NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE THÉOLOGIQUE,

OU NOUVELLE

SÉRIE DE DICTIONNAIRES SUR TOUTES LES PARTIES DE LA SCIENCE RELIGIEUSE,

OFFRANT, EN FRANÇAIS ET PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

LA PLUS CLAIRE, LA PLUS FACILE, LA PLUS COMMODE, LA PLUS VARIÉE ET LA PLUS COMPLÈTE DES THÉOLOGIES.

CES DICTIONNAIRES SONT CEUX :

DE BIOGRAPHIE CHRÉTIENNE ET ANTI-CHRÉTIENNE, — DES PERSÉCUTIONS, — D'ÉLOQUENCE CHRÉTIENNE, — DE LITTÉRATURE *id.*, — DE BOTANIQUE *id.*, — DE STATISTIQUE *id*, — D'ANECDOTES *id.*, — D'ARCHÉOLOGIE *id.*, — D'HÉRALDIQUE *id.*, — DE ZOOLOGIE, — DE MÉDECINE PRATIQUE, — DES CROISADES, — DES ERREURS SOCIALES, — DE PATROLOGIE, — DES PROPHÉTIES ET DES MIRACLES, — DES DÉCRETS DES CONGRÉGATIONS ROMAINES, — DES INDULGENCES, — D'AGRI-SILVI-VITI-HORTICULTURE, — DE MUSIQUE *id.*, — D'ÉPIGRAPHIE *id.*, — DE NUMISMATIQUE *id.*, — DES CONVERSIONS AU CATHOLICISME, — D'ÉDUCATION, — DES INVENTIONS ET DÉCOUVERTES, — D'ETHNOGRAPHIE, — DES APOLOGISTES INVOLONTAIRES, — DES MANUSCRITS, — D'ANTHROPOLOGIE, — DES MYSTÈRES, — DES MERVEILLES, — D'ASCÉTISME ET DES INVOCATIONS A LA VIERGE, — DE PALÉOGRAPHIE, DE CRYPTOGRAPHIE, DE DACTYLOLOGIE, D'HIÉROGLYPHIE, DE STÉNOGRAPHIE ET DE TÉLÉGRAPHIE, — DE PALÉONTOLOGIE, — DE L'ART DE VÉRIFIER LES DATES, — DES LÉGENDES, — DES OBJECTIONS POPULAIRES, — DES OBJECTIONS SCIENTIFIQUES.

PUBLIÉE

PAR M. L'ABBÉ MIGNE,

ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DU CLERGÉ

OU

DES COURS COMPLETS SUR CHAQUE BRANCHE DE LA SCIENCE ECCLÉSIASTIQUE.

PRIX : 6 FR. LE VOL. POUR LE SOUSCRIPTEUR A LA COLLECTION ENTIÈRE, 7 FR., 8 FR., ET MÊME 10 FR. POUR LE SOUSCRIPTEUR A TEL OU TEL DICTIONNAIRE PARTICULIER.

TOME QUARANTE-HUITIÈME.

DICTIONNAIRE DE COSMOGONIE ET DE PALÉONTOLOGIE.

TOME UNIQUE.

PRIX : 8 FRANCS.

S'IMPRIME ET SE VEND CHEZ J.-P. MIGNE, EDITEUR,
AUX ATELIERS CATHOLIQUES, RUE D'AMBOISE, AU PETIT-MONTROUGE,
BARRIÈRE D'ENFER DE PARIS.

1854

ALMA COLLEGE 203 LIBRARY Alma, California

38592

DICTIONNAIRE
DE COSMOGONIE
ET DE
PALÉONTOLOGIE.

EXAMEN CRITIQUE

DES SYSTÈMES ANCIENS ET MODERNES SUR L'ORIGINE DU MONDE,

VUES SUR LA CRÉATION DE LA TERRE ET DES CORPS CÉLESTES

et appréciations des théories cosmogonico-bibliques,

DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE, GÉOGRAPHIQUE, ZOOLOGIQUE ET CHRONOLOGIQUE

DES TERRAINS FOSSILIFÈRES ET DE LEURS ÉTAGES.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE, SES APPLICATIONS AUX ARTS, ETC.

PAR L.-F. JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN),

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE TURIN, ETC.

Magnam illam variamque divini opificii officinam circumstantes, et unusquisque ad transacta tempora mente retrogressi, mundi totius ordinationem contemplabimur.
S. Basilius, *in hexameron homilia* 4.

Primo, volumen Scripturarum, quæ voluntatem Dei, dein, volumen creaturarum, quæ potentiam revelant.
F. Bacon.

Si Dieu n'a pas besoin de notre science, il doit encore moins avoir besoin de notre ignorance.
Dr South.

PUBLIÉ

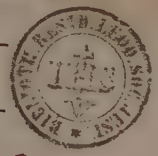
PAR M. L'ABBÉ MIGNE,

ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DU CLERGÉ,

OU

DES **COURS COMPLETS** SUR CHAQUE BRANCHE DE LA SCIENCE RELIGIEUSE.

TOME UNIQUE.



PRIX : 8 FRANCS.

7. F.

S'IMPRIME ET SE VEND CHEZ J.-P. MIGNE, EDITEUR,
AUX ATELIERS CATHOLIQUES, RUE D'AMBOISE, AU PETIT-MONTROUGE,
BARRIÈRE D'ENFER DE PARIS.

1854

OUVRAGES

DE

M. L.-F. JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN),

Membre de la Société géologique de France, de l'Académie royale des Sciences de Turin, etc., etc.

DU LANGAGE ET DE SON ROLE DANS LA CONSTITUTION DE LA RAISON, ou VUES PHILOSOPHIQUES SUR L'ORIGINE DES CONNAISSANCES HUMAINES. 1 vol. grand in-18 jésus; prix : 2 fr. 60 c. — Chez Jacques Lecoffre, rue du Vieux-Colombier, 29, à Paris. — Voir les articles qui ont été publiés, sur cet ouvrage, par M. Du Lac (*Univers* du 21 mars 1853), par M. Laurentie dans l'*Union* du 20 février 1853, par la *Revue catholique de Louvain*, livraison d'avril 1853.

NOUVEAU TRAITÉ DES SCIENCES GÉOLOGIQUES, considérées dans leurs rapports avec la religion, et dans leur application générale à l'industrie et aux arts, avec un tableau figuratif des terrains, et la représentation des fossiles les plus caractéristiques et les plus curieux. Ouvrage dédié à Son Éminence Mgr le cardinal archevêque de Tours, et adopté pour l'enseignement dans la plupart des petits et grands séminaires. Nouvelle édition, 1 vol. in-12. — Chez J. Lecoffre, rue du Vieux-Colombier, 29, à Paris. Prix : 2 fr. 80.

ESQUISSES DES HARMONIES DE LA CRÉATION, ou les sciences naturelles étudiées du point de vue philosophique et religieux. 1 fort vol. in-12 avec de nombreuses gravures en taille-douce — Chez J. Lecoffre, rue du Vieux-Colombier, 29, à Paris. Prix : 3 fr.

ISOLA, SOUVENIRS DES VALLÉES DE BRETAGNE. 2 vol. in-18 avec fig.

TABLEAU DE LA CRÉATION, OU DIEU MANIFESTÉ PAR SES ŒUVRES, 2 beaux volumes in-8 avec fig. sur acier et sur bois.

BOTANIQUE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, 1 vol. in-8 avec fig.

BEAUTÉS DU SPECTACLE DE LA NATURE, par PLUCHE. Ouvrage mis au niveau des connaissances actuelles. 1 vol. in-12 avec fig.

Série de Dictionnaires embrassant *in extenso* les lois et tous les ordres de phénomènes du monde physique, l'histoire naturelle des êtres organiques et inorganiques qui le composent, l'examen critique des questions scientifiques qui se rattachent à nos livres saints, la réponse aux objections et aux principales difficultés soulevées contre la religion, etc., etc. Chaque dictionnaire, dans le format in-4 à 2 colonnes, renferme de 1,600 à 1,800 colonnes.

DICTIONNAIRE D'ASTRONOMIE, DE PHYSIQUE ET DE MÉTÉOROLOGIE, 1 vol.

DICTIONNAIRE DE CHIMIE ET DE MINÉRALOGIE, applications à la medecine, à l'industrie, etc., 1 vol.

DICTIONNAIRE DE BOTANIQUE ET DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, applications à la médecine, à l'économie industrielle et domestique, etc. 1 vol.

DICTIONNAIRE DE ZOOLOGIE. 3 vol. avec grav. — Le 1er volume renferme l'histoire naturelle des trois premiers embranchements du règne animal, Zoophytes, Mollusques et Articulés. — Le 2e volume renferme l'histoire naturelle des Poissons, des Reptiles et des Cétacés, avec l'anatomie et la physiologie comparée, etc. — Le 3e volume renferme l'histoire naturelle des Oiseaux et des Mammifères.

DICTIONNAIRE D'ANTHROPOLOGIE, OU HISTOIRE NATURELLE DE L'HOMME ET DES RACES HUMAINES, etc., 1 vol. avec figures.

Imprimerie MIGNE, au Petit-Montrouge.

AU LECTEUR.

Le *Dictionnaire de Cosmogonie et de Paléontologie* termine la série des Dictionnaires sur les sciences physiques et naturelles, que nous avions entrepris de publier. Notre but a été de populariser la science, de la rendre accessible au moindre curé de village, afin que, dans ce siècle si orgueilleux de son savoir, il n'y ait pas un prêtre qui ne puisse avec autorité, dans chaque branche des connaissances humaines, assigner à chaque question scientifique son degré de valeur au moment où il parle. Nous croyons être en droit d'affirmer qu'il n'y a pas un phénomène, pas un fait ou un résultat de quelque importance, pas une question, une opinion ou un système de quelque intérêt, que nous n'ayons indiqué, apprécié, discuté.

Cependant, nous devons le dire à la glorification de l'Etre infini, ces huit énormes volumes où nous avons concentré le résultat de toutes les investigations du génie de l'homme dans l'étude de la nature, ne sont qu'une simple feuille détachée de cet arbre immense et merveilleux où fleurissent les œuvres de CELUI qui, d'une parole, fit jaillir l'univers du néant ; c'est une goutte d'eau puisée à cet océan sans rivages où la Sagesse éternelle a répandu comme des flots les créations, le mouvement et la vie; c'est un pâle reflet de cette lumière splendide qui nous presse de toutes parts, et que le regard humain le plus assuré et le plus étendu ne peut contempler sans éblouissement. Nous avons voulu mêler notre faible voix à ce concert ineffable qui monte incessamment de la terre au ciel, et rendre hommage au Créateur en racontant les merveilles de cette Sagesse suprême qui a disposé toutes choses dans de justes rapports de dimension, de nombre et de poids, et dont les pensées sont plus vastes que la mer, et les conseils plus profonds que l'abîme. Mais, au milieu de tous ces prodiges de la puissance créatrice, nous ne sommes, pour nous servir d'une comparaison de Newton, que *comme un enfant qui s'amuse sur le rivage, et qui se réjouit de trouver de temps en temps un caillou plus uni ou une coquille plus jolie qu'à l'ordinaire, tandis que le grand Océan de la vérité reste voilé devant nos yeux.*

Des considérations d'une haute importance doivent surtout faire aimer, rechercher, cultiver la science par le clergé; c'est que la science est désormais une des conditions du succès de son ministère et de l'influence qu'il doit exercer sur un monde infatué de ce qu'il sait ou croit savoir. Au moment où nous allions développer nos idées sur ce grave sujet, nous avons trouvé dans le *Mémorial catholique* un éloquent article de M. l'abbé Saleur, qui envisage au même point de vue la situation du clergé et ses obligations vis-à-vis des exigences du siècle. Après avoir montré que le titre de prêtre n'est plus malheureusement aujourd'hui que d'un bien médiocre poids dans la balance des choses, et que si le prêtre veut que son action soit fructueuse, s'il veut jouir, à cette fin, d'une légitime influence, il faut qu'il sache la conquérir, M. l'abbé Saleur s'exprime ainsi :

« Nous avons deux moyens de conquérir cette influence : la vertu et la capacité. Ici je n'ai pas à montrer la puissance toujours merveilleuse de la vertu. J'ai plutôt à m'élever contre ceux qui, niant la nécessité de la science, pensent que la vertu et le strict accomplissement des devoirs privés suffisent seuls pour attirer toute la considération, tout le crédit, toute l'influence dont nous avons besoin.

« Il y a eu des temps de grande foi où la vertu, le zèle, le dévouement, l'ardente charité pouvaient tenir lieu au prêtre de tout le reste. Mais, encore une fois, ces temps ne sont plus les nôtres. A des époques comme celle-là, le prêtre qui manque gravement à ses devoirs tombe dans le mépris. Or, dans des jours d'ignorance et de doute, il faut plus qu'une vie sainte pour être quelque chose aux yeux du monde; il faut une certaine capacité intellectuelle. Il y a, je l'avoue, des circonstances assez rares où un zèle, un dévouement, une charité d'éclat, attirent vivement les regards et appellent les bénédictions des hommes. Mais les vertus journalières et obscures du prêtre, sa régularité, tout ce qui constitue aux yeux de Dieu sa belle vie de chaque jour, croyez-vous que cela excite une profonde impression dans le monde? Qui ne sait, au contraire, que, dans les temps difficiles, le zèle et le dévouement nous attirent même des ennemis, et que, loin de toucher, ils irritent le plus souvent? Qui ne sait que, dans le train ordinaire de la vie, les vertus sacerdotales sont taxées de niaiserie, d'étroitesse d'esprit, de mauvaise éducation, quand on ne les regarde pas tout simplement comme une affaire de position, une nécessité d'état? Et, comme je l'ai déjà dit, il est impossible qu'il en soit autrement; car pour comprendre et apprécier essentiellement la vie du prêtre, il faudrait la conviction du prêtre, et c'est précisément ce qui manque aux hommes de la génération présente.

« Il faut donc chercher à ce monde, moitié indifférent et incrédule, moitié frondeur et raisonneur, un autre côté tangible, s'il en est un. Ce côté, je dis qu'il existe. Oui, il y a encore quelque chose de bon, de

grand, de noble, que pourtant ce monde goûte et comprend, devant lequel il s'incline, et pour lequel il s'éprend. Qu'est-ce donc ? C'est la science, la capacité intellectuelle. Que le talent le plus élevé et la science la plus étendue ne soient rien en comparaison de la vertu, mon Dieu ! je le sais bien, et je ne prétends pas le contraire. Mais, selon cette parole de saint Paul que *nous devons nous faire tout à tous pour les gagner tous*, n'en est-il pas moins vrai que si la science est pour nous un moyen de plaire au monde, d'avoir près de lui de l'influence, il faut nous efforcer d'être savants ; puisque, d'ailleurs, la science est pour nous une bonne et sainte chose ? Or, que la science et la capacité prêtent, aux yeux du monde, plus de lustre à notre zèle, à notre dévouement, à notre charité pastorale, il me semble que ce point est hors de doute.

« J'ai entendu ce médecin, cet avocat, ce notaire, ce jeune collégien, me dire de quantité d'ecclésiastiques avec une bienveillance ironique : *C'est un bon homme, mais il n'est pas grand savant ;* et ce qu'ils me disaient tout bas, ailleurs ils le répètent tout haut, surtout aux paroissiens, et ce ne sont pas trente sermons du pasteur qui peuvent contre-balancer le mal fait par ce mot jeté au milieu d'une conversation. Or, je suppose que les prêtres dont il s'agit, au lieu d'être ce qu'ils sont, fussent non-seulement des hommes possédant plus ou moins bien les connaissances assez restreintes acquises dans leurs classes, mais des prêtres solidement instruits et parfaitement au courant des tendances de leur siècle et de ses idées scientifiques et philosophiques, et, par là même, toujours prêts à *rendre raison de leur foi* : croyez-vous qu'ils ne seraient pas, d'une part, plus justes appréciateurs des hommes qu'ils ont à combattre, et plus réservés dans leur jugement ; et, d'autre part, plus forts contre toutes sortes d'attaques ? Croyez-vous, surtout, qu'ils n'en imposeraient pas à tant de demi-savants, qu'ils ne les rendraient pas au moins plus circonspects, et qu'ils ne donneraient pas au monde une haute idée du clergé en montrant que tous ses membres sont à la hauteur des connaissances les plus en vogue ?

« On l'a vu, les sciences ont jeté la pierre à la religion : l'archéologie, la physique, la chimie, la cosmogonie, la littérature, la poésie, l'histoire, la philosophie, lui ont fait une guerre de paradoxes, de subtilités. Eh bien ! si le clergé se fût trouvé dans de telles conditions qu'il eût pu être regardé, non-seulement au point de vue de la religion et de la morale, mais au point de vue de la science et de la philosophie, comme la *plus haute raison ;* s'il eût compté dans son sein, en nombre imposant, des archéologues, des physiciens, des chimistes, des cosmographes, des littérateurs de premier mérite, des historiens distingués, des penseurs profonds ; croyez-vous que nous eussions vu cet acharnement contre la révélation et contre l'Eglise ? Assurément non : ou tout au moins tant de savants orgueilleux et enflés de leurs sciences auraient mesuré leurs attaques, sachant que toute une armée de prêtres pouvait lutter avec eux, et, dans tous les cas, on les eût vus plus disposés à faire alliance avec nous.

« Me dira-t-on que je m'abuse, si je ne vois pas que les attaques contre la révélation et contre l'Eglise venaient de cette profonde corruption du cœur qui inspire à ceux qu'elle dévore une haine de la vérité et une mauvaise foi sur lesquelles ne peut rien tout le prestige de la science, du talent et même du génie ? Sans doute, je le sais, les passions nous susciteront, dans tous les temps, d'implacables adversaires. Mais, outre qu'il ne faut pas faire les hommes plus méchants qu'ils ne sont, il est certain que beaucoup ne nous attaquent que par préjugés, par ignorance des vérités religieuses, et que si notre science ne nous les ramenait pas tout d'un coup, elle les maintiendrait au moins, et les rendrait plus justes et plus loyaux.

« Au surplus, ce que je veux prouver est si clair et si évident de lui-même que, pour les uns, c'est chose presque superflue, et que, pour les autres, il est inutile d'essayer de le démontrer davantage. Qu'il me suffise donc, pour me résumer, de rappeler ces paroles d'un évêque que le *Mémorial catholique* a citées naguère :

« Par là même que la foi n'est plus parmi nous ce qu'elle était jadis, on devient plus exigeant pour ses « ministres. On ne souffre plus qu'ils soient, en fait d'instruction, comme dans beaucoup de positions so- « ciales, de vulgaires médiocrités ; on demande qu'ils soient des hommes de valeur, d'intelligence et de « sens : *le succès de leur ministère est à ce prix.* » Je livre ces paroles de Mgr l'Evêque de Saint-Flour aux « méditations de tous. » Voyez dans ce *Dictionnaire* l'article Cosmographie des Pères de l'Eglise *sub fin.*

INTRODUCTION.

LA CRÉATION ET LA DISTRIBUTION DES SUBSTANCES MINÉRALES, CONDITIONS PREMIÈRES DE LA CIVILISATION ET DE L'EXISTENCE DES SOCIÉTÉS, DÉMONTRENT, DANS L'ORGANISATION DE NOTRE GLOBE, UN PLAN PLEIN DE BIENVEILLANCE POUR L'HOMME.

Toutes les œuvres de Dieu sont pleines de sa providence.
(Dr Méray.)

La véritable sagesse consiste à voir que toutes les facultés de l'esprit et toutes les parties de nos connaissances marchent d'un commun accord vers un but unique, qui est de servir en même temps le bonheur de l'homme et la gloire du Créateur.
(Sedgwick, *Discours*, etc.)

Pour comprendre la prééminence de notre destinée et les vues pleines de bonté du Créateur pour l'espèce humaine, il suffit de considérer ce que la Sagesse éternelle a fait pour nous préparer une demeure... Entendez-vous, à travers les âges antiques, le bruit du long travail de la nature, de ces révolutions qui se succèdent pour pétrir, élaborer, façonner notre planète, pour entasser couches sur couches, accumuler débris sur débris, pour combiner, modifier de mille manières, fixer, coordonner harmonieusement les éléments inorganiques de notre globe? Pourquoi ces vallées qui se creusent, ces montagnes qui s'élèvent, ces plaines qui se déroulent, ces innombrables niveaux qui s'établissent? Dans quel but tous ces exhaussements et ces affaissements, ces remaniements, ces mélanges de matériaux si divers, et tous ces grands mouvements, à la surface et dans les entrailles de notre terre? Où tend l'action de ces lois, de ces forces, de ces agents, de tous ces moteurs que dirige le doigt du Très-Haut, durant cette laborieuse évolution de notre planète? N'est-ce pas afin que nous ayons sous nos pieds un sol ferme et stable; des granits, des marbres, des pierres de toutes sortes, pour élever nos temples, construire, décorer nos places, bâtir nos cités; d'immenses magasins de houille combustible dans les débris fossiles de la végétation primitive; d'inépuisables mines de sel gemme pour les contrées éloignées de la mer; de l'or, de l'argent, du fer, du cuivre, du plomb, etc., métaux si précieux que, sans eux, nulle culture, nulle civilisation ne serait possible? N'est-ce pas encore pour que nous ayons aujourd'hui des sources et des fontaines, des fleuves et des rivières, lesquels, obéissant aux déclivités habilement calculées des terrains, s'écoulent, sans interrompre leur cours, vers le réservoir commun des mers? N'est-ce pas enfin pour que nous ayons une terre végétale, présentant les conditions les plus avantageuses au travail et à la culture: et avec ce sol fécond, des gazons, des arbres, des fleurs et des fruits; et avec les plantes, une atmosphère épurée et des animaux destinés à nous servir, à nous vêtir, à nous nourrir, à peupler et animer tous les districts de la nature?...

Ainsi donc, beauté, variété, grandeur, harmonie; richesses, jouissances, ressources sans nombre, préparées pour l'homme; innombrables preuves de la sagesse et de la providence du Créateur : voilà ce que la science découvre à chaque pas, avec une admiration profonde, en étudiant la merveilleuse organisation de notre globe.

Les belles lois qui ont présidé à cette évolution de notre planète seront étudiées dans le cours de cet ouvrage. C'est un vaste et fécond objet de méditations bien propre à faire naître dans l'esprit du penseur un profond recueillement. Dans cette introduction, nous ne nous proposons de considérer la géologie qu'au point de vue de ses applications générales

et utiles, et de reproduire un faible aperçu du commentaire immense et magnifique que l'on pourrait écrire sur ces paroles du Psalmiste : *O Dieu ! que vos œuvres sont belles ! vous avez fait toutes choses avec sagesse ; la terre est remplie de vos biens !*

Les éléments inorganiques primordiaux, qui entrent dans la composition de tous les corps, ne paraissent pas avoir augmenté en nombre depuis leur création, ni avoir subi aucune altération dans leur nature. Tout prouve, au contraire, qu'ils ont toujours été régis par les mêmes lois, et qu'ils ont, durant toutes les périodes géologiques, rempli les mêmes fonctions dans l'économie des êtres organisés.

Les substances inorganiques qui composent le règne minéral peuvent se diviser en corps élémentaires, en minéraux simples et en minéraux composés.

Les corps ou principes *élémentaires*, ou simplement *éléments*, sont au nombre de cinquante-cinq. Le calcium, le silicium, l'oxygène, l'or, le fer, etc., sont des corps simples, c'est-à-dire, jusqu'à présent indécomposés.

Les minéraux *simples*, ou espèces minérales, ne renferment pas seulement les substances minérales non combinées ou à l'état natif, lesquelles ne sont guère au nombre de plus de dix ou douze, telles que l'or, l'argent, le soufre, etc., mais encore toutes les substances inorganiques composées qui offrent une structure cristalline régulière avec des proportions définies et invariables dans leurs éléments chimiques, telles, par exemple, que le spath calcaire ou carbonate de chaux cristallisé, dont les éléments primitifs sont le calcium, l'oxygène et le carbone. Suivant Berzelius, le nombre total des minéraux simples, reconnus jusqu'à ce jour, est d'environ six cents.

Les minéraux *composés* constituent les roches stratifiées ou non stratifiées qui forment la croûte ou enveloppe de notre planète, telles que le granit, le grès, le calcaire, etc. Parmi ces roches, les unes en masse cristalline, comme le granit, paraissent avoir été originairement à l'état de fusion ; les autres, disposées par couches, sont le résultat de l'action des eaux en mouvement.

Ces préliminaires établis, qu'une personne heurtant du pied une pierre au fond d'un désert, avance que cette pierre est là de toute éternité.

Non, répondrons-nous, cette pierre n'est pas là de toute éternité. Si c'est un caillou ordinaire, il peut avoir traversé des événements nombreux, et présenter des témoignages d'événements physiques qui ont modifié la surface du globe, et son aspect roulé nous racontera les déplacements considérables que lui a fait subir l'action des eaux.

Est-ce un morceau de grès, un conglomérat formé de détritus arrondis provenant d'autres roches ? Les ingrédients qui entrent dans sa composition offrent des témoignages tout semblables de mouvements imprimés par l'action des eaux, qui les ont réduits à l'état de sables ou de cailloux, puis transportés à la place qu'ils occupent à l'heure actuelle, antérieurement à l'existence de la couche dont ils font partie. Une couche de cette nature n'a donc pas occupé de toute éternité la place où nous la voyons maintenant.

Si cette pierre contenait les débris fossiles de quelque plante ou de quelque animal, non-seulement nous y trouverions la preuve qu'elle est d'une formation postérieure à la création de la vie, soit chez les animaux, soit chez les végétaux, mais il y aurait, dans la structure organique même des restes qu'elle contient, des témoignages de coordinations et d'un plan qui nous attesteraient hautement l'action d'une cause intelligente et puissante, de même que les mécanismes d'une montre ou d'une machine à vapeur nous prouvent, dans l'auteur ou dans l'inventeur, la réflexion qui prépare et l'habileté qui exécute.

Supposons que ce soit un morceau de roches cristallines, un fragment de granit, par exemple. Le granit est une substance composée de trois autres minéraux, feldspath, quartz et mica, dont chacun présente une forme extérieure et une structure interne particulières, en même temps que certaines propriétés physiques qui lui sont inhérentes. Or il est démontré, par l'analyse chimique, que ces trois minéraux, feldspath, quartz et mica, sont composés eux-mêmes d'autres substances, oxygène, silicium, aluminium, potassium,

fer, etc., qui les ont précédés en existence à un état de plus grande simplicité avant que de s'être combinées pour former les minéraux constituants des roches granitiques. Ce fragment de roche n'a donc pas toujours été dans les conditions où il se trouve maintenant; il n'existe donc pas de toute éternité sur le point où on le rencontre aujourd'hui, non plus que la masse d'où il provient.

De plus, il a été reconnu, comme loi universelle et permanente, que toutes les substances minérales, lorsqu'elles passent de l'état liquide ou de fusion à l'état solide, prennent, quand aucune circonstance extérieure ne vient troubler l'arrangement de leurs molécules, des formes régulières nommées *cristaux*. Le cristallographe prouve donc que les divers minéraux qui entrent dans la composition des roches cristallines sont composés eux-mêmes de molécules d'une petitesse extrême, formées à leur tour d'autres molécules élémentaires plus simples encore, ou des derniers atomes indivisibles, se combinant, s'agglutinant d'une façon similaire, en vertu des *forces polaires* et des *affinités chimiques*, suivant des proportions fixes et définies, et se cristallisant en figures géométriques rigoureusement déterminées (1).

On ne peut pas recourir aux causes fortuites pour expliquer les formes cristallines des minéraux, car, dans cette hypothèse, qui est la négation de tout plan, et que l'esprit humain repousse invinciblement, ces formes devraient s'offrir au *hasard*, avec des variétés sans nombre et dans des proportions jamais définies. Or il n'en est pas ainsi; tout atteste, au contraire, l'énergie d'une volonté toute-puissante et la souveraine intelligence d'un agent suprême qui manifeste son action sur les substances minérales par les plus harmonieux résultats, en les soumettant à des lois de combinaisons, de figures et de proportions d'une parfaite exactitude et d'une précision toute mathématique. Ainsi les corps cristallisés ne présentent qu'un nombre limité de formes *secondaires*, dans lesquelles le clivage (2) démontre une réunion de formes *primaires* plus simples; ces formes primaires sont composées de molécules *intégrantes*, qui, à leur tour, sont composées de molécules *constituantes*, dans lesquelles entrent les particules *élémentaires*, elles-mêmes formées des derniers atomes de la matière (3).

(1) « Les formes polyédriques sont les formes propres de la nature inorganique, celles que la matière tend toujours à prendre, et qu'elle prend en effet toutes les fois que les lois qui la régissent ne sont troublées par aucune cause étrangère. » (Beudant.)

Toutes les substances peuvent cristalliser : les liquides par la congélation, les vapeurs par la sublimation, les solides par le refroidissement après la fusion. Tout corps est donc composé d'atomes dont les qualités sont invariables; d'où l'on serait autorisé à conclure que les molécules dernières de la matière sont incapables d'altération et sont encore aujourd'hui ce qu'elles étaient au moment de leur création. C'est l'opinion de Newton, qui dit que Dieu, en créant la matière, l'a composée de diverses espèces de molécules élémentaires, solides, dures, invariables, dont les dimensions, les figures et les différentes qualités sont assorties aux fins qu'il se proposait; et ces molécules sont d'une telle fixité, qu'elles ne peuvent être ni divisées ni altérées par aucun procédé de l'art ni par aucune force existante dans la nature, sans quoi l'essence des corps pourrait changer avec le temps. (*Optice lucis*, lib. III, quæst. 31).

On a été également conduit à penser qu'il n'y a aucune partie de matière inorganique qui ne soit dans un état de mouvement relatif, d'après ce phénomène remarquable que certaines substances cristallisées, comme le *sulfate de magnésie*, etc., placées sous l influence d'une chaleur même très-modérée, changent la forme des cristaux intérieurs qui les composent. Les cristaux prismatiques du zinc, exposés à la chaleur du soleil pendant quelques secondes, se transforment en octaèdres. Il n'y a donc nulle part de repos dans l'univers matériel, non plus que dans l'univers intellectuel.

(2) De l'allemand *kolben* ou *klowen*, fendre du bois. C'est la division mécanique des lamelles superposées les unes aux autres dans les cristaux.

(3) « Si l'on ramène de cette manière tous les corps minéraux aux conditions les premières et les plus simples de leurs éléments constituants, on voit que ces éléments ont été, à toutes les époques, régis par un système unique de lois fixes et universelles qui règlent encore maintenant le mécanisme du monde matériel. En étudiant l'action de ces lois, nous y reconnaîtrons une subordination tellement constante des moyens à leurs fins, une harmonie, un ordre, des prévisions si parfaites dans les propriétés physiques, dans les proportions numériques, dans les fonctions chimiques des éléments inorganisés; tant de preuves d'une intelligence et d'un plan coordonné à l'avance pour adapter ces éléments primordiaux à une infinité de fonctions complexes dans les systèmes futurs d'organisation soit animale, soit végétale, qu'il est impossible que nous nous rendions un compte satisfaisant de l'existence de tous ces mécanismes si beaux et si parfaits, si nous refusons d'admettre qu'ils tirent leur origine de la volonté et de la puissance d'un Créateur suprême, être dont nos facultés finies ne peuvent arriver à comprendre la nature, mais dont tout ce qui existe nous proclame la sagesse, la grandeur et la bonté infinies. » (Buckland.)

Pour mieux faire comprendre l'ensemble d'arrangements pleins de précision et de méthode, d'où résultent les formes cristallines ordinaires des minéraux, étudions comme exemple un minéral bien connu, le carbonate de chaux.

Les cristaux de ce minéral terreux, que l'on rencontre en abondance, présentent plus de cinq cents variétés de formes *secondaires*, dont chacune possède une série quintuple de relations subordonnées d'un système de combinaisons à un autre, systèmes suivant lesquels chaque cristal en particulier a été construit en vertu de lois concourant à produire d'harmonieux résultats.

Chaque cristal de carbonate de chaux est formé par des millions de particules de cette même substance composée, ayant une forme *primaire* invariable, qui est celle d'un solide rhomboïdal que l'on pourrait obtenir en portant la division mécanique presqu'à l'infini.

Les molécules *intégrantes* de ces solides rhomboïdaux sont les particules les plus petites dans lesquelles on puisse réduire le calcaire sans avoir recours à la décomposition chimique.

Les premiers résultats de l'analyse chimique sont de partager ces molécules *intégrantes* en deux substances composées, la chaux pure et l'acide carbonique, dont chacune est formée par un nombre incalculable de molécules *constituantes*.

Une analyse ultérieure de ces molécules *constituantes* elles-mêmes prouve que ce sont encore des corps composés, dans chacun desquels entrent deux substances élémentaires qui sont, pour la chaux, des molécules *élémentaires* d'un métal, le calcium, et d'oxygène; et, pour l'acide carbonique, des molécules *élémentaires* de carbone et d'oxygène.

Les dernières molécules du calcium, du carbone et de l'oxygène, sont les atomes indivisibles dans lesquels peut se décomposer chaque cristal secondaire de carbonate de chaux.

« Ainsi, au lieu qu'une étude superficielle des cristaux n'y laissait voir que des singularités de la nature, une étude approfondie nous conduit à cette conséquence que le même Dieu, dont la puissance et la sagesse ont soumis la course des astres à des lois qui ne se démentent jamais, en a aussi établi auxquelles ont obéi avec la même fidélité les molécules qui se sont réunies pour donner naissance aux corps cachés dans les retraites du globe que nous habitons (4). »

« Les particules des diverses substances qui existent dans la nature peuvent être considérées comme une sorte d'alphabet, dont se compose le grand volume où sont attestées la sagesse et la bonté du Créateur (5). »

Après ces préliminaires, décrivons brièvement les principales substances minérales employées dans les arts.

§ I^er^.

Roches utiles, d'origine ignée.

Parmi ces roches, le *granit* est au premier rang. Il se compose de cristaux de feldspath, de quartz et de mica, à peu près également disséminés. Le feldspath y domine. Sa nuance est le plus souvent grise, rose ou rougeâtre. Sa solidité est d'autant plus grande que les cristaux sont plus petits et plus serrés. Le granit est la pierre monumentale par excellence. Pour en détacher de grands blocs, on emploie la méthode des entailles; on pratique des rainures profondes entre lesquelles on chasse des coins de bois que l'on mouille quand ils sont bien enfoncés; le bois gonfle par l'absorption de l'eau et peu à peu la masse se fend. On continue à chasser de nouveaux coins, à les mouiller au fur et à mesure qu'ils sont convenablement enfoncés, et l'on finit par faire éclater ainsi les roches les plus dures et les plus compactes. C'était la méthode d'exploitation employée par les Egyptiens.

On fait avec le granit de grandes auges, des bornes, des revêtements de trottoirs. Les

(4) Haüy, *Tableau comparatif des résultats de la cristallographie*, etc., p. 17.
(5) Daubeny, *Atomic Theory*, p. 107.

Chinois ont construit en granit les tours de leur fameuse muraille. La plus belle ville de l'Amérique méridionale, Rio-Janeiro, est presque entièrement bâtie avec un beau granit gris. Rennes, Lorient, Limoges, Cherbourg, etc., n'ont pas d'autres pierres d'appareil. Exploitations en Suède, Norwège, Angleterre, Bretagne, Normandie, Bourbonnais, Limousin, etc.

Parmi les variétés de granit sont la *syénite* et la *pegmatite*. La première tire son nom de la ville de Syène, en Égypte, où il en existe de belles carrières. C'est avec ce granit rouge, composé de feldspath et d'amphibole, qu'ont été construits, par les anciens, un grand nombre de monuments qui remontent à la plus haute antiquité, statues, sphinx, colonnes, qui ornent aujourd'hui la plupart des musées de l'Europe. Le fameux bloc erratique dont on a fait le piédestal de la statue de Pierre le Grand, à Saint-Pétersbourg, et qui pèse 800,000 kilogrammes, est en syénite. Les boulets de fonte s'étant écrasés sous un si grand poids, pendant qu'on le transportait, on eut recours à des boulets de bronze. Le soubassement de la colonne de la place Vendôme, l'obélisque de Louqsor, sont aussi en syénite.

La *pegmatite* est un granit sans mica. Elle se désagrége facilement par l'action des agents atmosphériques; c'est ce qui la rend très-utile dans une branche importante de l'industrie, car le kaolin, ou l'argile blanche, résultat de cette décomposition, sert à la fabrication de la porcelaine.

D'un aveu unanime, les granits sont particulièrement les roches à l'aide desquelles les hommes peuvent, en dépit du temps, communiquer le plus sûrement avec la postérité. Et en effet, les tableaux s'obscurcissent ou tombent en vétusté, les livres deviennent trop souvent la proie des flammes, les marbres se corrodent, les métaux tentent la cupidité des ravisseurs ou sont impitoyablement fondus à la suite des guerres ou des commotions politiques. Quelques roches granitoïdes seules, échappant à tous les genres de destructions, semblent défier la main du temps qui efface toutes choses : témoins ces monuments de la vieille Égypte qui ont traversé tant de siècles, qui ont vu passer tant de révolutions et qui n'en sont pas moins aussi frais que si l'on venait d'y mettre la dernière main. Il y a dans la prodigieuse durée de cette pierre un caractère de grandeur qui semble se rapprocher de celui que possèdent les choses éternelles. La belle conservation des hiéroglyphes sculptés sur les roches granitoïdes devrait commander aux nations modernes de ne confier les inscriptions de leurs monuments qu'à ces substances indestructibles.

En donnant la préférence au granit et à la syénite pour transmettre à la postérité des faits importants, rappelons à la mémoire des artistes qu'un vandalisme brutal détruisit à Rome un grand nombre de statues et autres chefs-d'œuvre anciens, et que la perte qui en est résultée pour l'histoire et pour les arts n'a tenu qu'à la nature particulière du marbre saccharoïde ou statuaire qui produit, par la calcination, une excellente chaux grasse. Ce n'est donc ni sur le marbre, ni sur l'airain que les peuples doivent écrire leurs noms; s'ils veulent l'écrire en caractères ineffaçables, qu'ils le gravent sur le granit, pierre modeste en apparence, qui ne reçoit les empreintes du ciseau que difficilement, mais qui les garde, en bravant à la fois le temps et la barbarie.

Le *kersanton* (amphibole, feldspath, mica et pinite) se trouve en Bretagne et convient aux ouvrages de sculpture, principalement pour les monuments religieux et funèbres, car il est d'une couleur grave.

Le *porphyre* (feldspath, quartz et quelquefois amphibole) présente des cristaux, le plus souvent blanchâtres, enchassés dans une pâte dont la teinte varie du brun rouge et du bleu violâtre au rosâtre, et verdâtre. On le trouve surtout dans les terrains *silurien*, *dévonien* et *carbonifère* (Corse, Vosges). Comme il prend un très-beau poli, on s'en sert pour la décoration des édifices, et pour la construction de vases et de colonnes de prix. Les anciens estimaient surtout le porphyre rouge d'Égypte, qu'ils tiraient des montagnes qui s'élèvent entre le Nil et la mer Rouge. L'obélisque de Sixte-Quint, à Rome, est en porphyre

égyptien. Cuve des fonds baptismaux de la cathédrale de Metz ; socles, colonnes, statues, baignoires antiques, au Musée égyptien du Louvre, à Paris.

La *serpentine* (diallage, feldspath et talc) est généralement verdâtre avec des bigarrures, qu'on a comparées à la peau des serpents. Quand elle est assez dure et susceptible de poli, on l'emploie pour la décoration et pour la confection d'objets d'arts, vases, socles et colonnettes. Si elle est tendre et onctueuse, on en fabrique des vases, des marmites, très-solides quoique minces (Corse, Valais).

Le *trachyte* est une roche volcanique grisâtre ou roussâtre, rude au toucher (feldspath, mica, amphibole et fer titané). On le trouve particulièrement en Amérique, dans la grande chaîne des Andes ; en France, dans le Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire. Le bel établissement des bains de Mont-Dore, en est entièrement construit, ainsi que l'immense cathédrale de Cologne.

Le *basalte* (feldspath, pyroxène, fer titané et péridot) est une roche noirâtre et très-solide. Il appartient aussi au terrain volcanique des périodes supracrétacées. Il se présente en couches divisées en prismes qui ont parfois vingt et trente mètres d'élévation d'un seul jet. Il sert au pavage (Montélimart). Il peut au besoin remplacer la pierre de touche des bijoutiers, car il est inattaquable par les acides. Les anciens le sculptaient.

Le *basanite* ou *lave de Volvic* est une variété du basalte. La cathédrale de Clermont en est entièrement construite.

Tout le monde connaît l'usage de la *pouzzolane*, résultat de la décomposition des scories volcaniques, pour la fabrication des chaux hydrauliques. Mais aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Vicat, on remplace avantageusement la pouzzolane par un calcaire argileux

Les *tufs volcaniques* sont des cendres basaltiques qui se sont durcies par infiltrations. Ils recouvrent les anciennes villes d'Herculanum et de Pompeï. Les anciens trottoirs de ces deux villes sont pavés d'une lave présentant la plus grande analogie avec celle que vomit encore le Vésuve.

L'*obsidienne* est une substance vitreuse et translucide, couleur verre de bouteille, d'origine volcanique (Mexique, Pérou, Islande). Le célèbre miroir des Incas, qu'on voit au Muséum d'histoire naturelle de Paris, est une belle obsidienne taillée. Les Mexicains, au temps de Montézuma, en confectionnaient des dards, des flèches, des couteaux, etc.

La *pierre ponce* (composée de feldspath, etc.) et d'origine volcanique est poreuse et grisâtre. Réduite en poudre et délayée dans l'eau, elle sert à polir le bois, l'ivoire, et même les métaux ; on l'emploie encore pour adoucir ou polir la surface des peaux, des parchemins, etc. En Orient, et sur le littoral de la Méditerranée, on s'en sert pour frotter les cors et les durillons des pieds, et l'on assure que c'est là le meilleur moyen de s'en délivrer.

§ II.

Roches utiles d'origine sédimentaire.

Les *schistes* argileux, talqueux, ardoisiers, etc., proviennent des détritus produits par l'action érosive aux dépens du sol primitif. Tout le monde connaît l'usage de l'ardoise (Angers, Maine-et-Loire ; Rimogne et Fumay dans les Ardennes). La torréfaction dans un four donne aux ardoises une teinte rougeâtre et en prolonge considérablement la durée. Les ardoises d'Angers ne durent guère que cinquante ans, bien moins que celles du département des Ardennes et de la Belgique.

D'autres schistes servent au carrelage ou pour faire des tablettes à écrire avec un crayon de graphite ou d'une ardoise plus tendre. La *coticule* ou *novaculite* sert à aiguiser les rasoirs et les lancettes.

Le *calcaire* ou *carbonate de chaux* est très-répandu dans la nature, dans les terrains les plus anciens comme dans les plus modernes, mais fréquemment mélangé d'argile, de silice, de magnésie, etc.

Les usages du calcaire sont si nombreux, si variés, que cette substance nous est, pour ainsi dire, indispensable : non-seulement elle fournit à l'architecture des matériaux de tous genres, mais elle sert, à l'état de chaux, dans un grand nombre d'industries. Comme pierre monumentale, le calcaire donne, pour la décoration, tous ces marbres aux couleurs variées, quelquefois d'une blancheur éclatante, et qui se prêtent si bien à la délicatesse de la sculpture. Moins pur, sous le nom de *calcaire grossier*, il fournit à la construction d'abondantes pierres d'appareil ; et tout le monde sait combien cette dernière variété a exercé d'influence sur la beauté des monuments de Paris. Les pierres lithographiques, qui ont donné naissance à un nouveau mode de transmission de la pensée, ne sont que du calcaire compacte ou à grains d'une finesse extrême. Enfin, la craie, la marne, reçoivent, dans les arts ou en agriculture, des applications diverses sur lesquelles nous reviendrons.

Aucune substance, dit M. Beudant, ne se présente dans la nature sous autant d'aspects différents que le calcaire, ce qui tient, sans doute, à son extrême abondance à la surface de la terre, dans toutes les positions imaginables. Ses formes régulières et accidentelles sont extrêmement nombreuses ; les structures, les couleurs, les mélanges, etc., donnent également lieu à une multitude de distinctions dont on peut encore augmenter le nombre par des considérations de gisement. Aussi les calcaires se subdivisent-ils en un grand nombre de variétés ; nous allons rapidement passer en revue celles qui présentent une application plus ou moins générale.

Le *calcaire saccharoïde*, uniquement formé de carbonate de chaux. Tel est le marbre blanc antique de Paros, dont il reste encore plusieurs anciens chefs - d'œuvre (*Vénus de Médicis*, *Diane chasseresse*, etc.). Le marbre de Carrare, sur la côte de Gênes, est le type de cette variété.

Les marbres *bleu turquin*, colorés en gris bleuâtre par une faible proportion de bitume, le *marbre jaune antique*, mélangé d'une petite quantité d'hydrate de fer, sont des calcaires saccharoïdes.

Le *calcaire dolomitique* ou *dolomie* renferme de la magnésie. Pure et blanche, elle peut être employée pour la statuaire.

Le *calcaire carbonifère*, vulgairement *petit granit* ou *marbre des écaussines* est parsemé de débris organiques (encrines). Il contient une certaine quantité de matières charbonneuses et bitumineuses qui lui donnent une couleur grisâtre ou noirâtre. On en fait des tables, des chambranles, etc.

Le *calcaire compacte*, très-répandu en Italie, en Espagne, en France, etc., fournit une infinité de marbres tachés, veinés ou rubanés, ainsi que la *pierre lithographique* si employée dans l'art du dessin, etc. (Châteauroux, Dijon, Périgueux, Bavière, etc.).

Le *calcaire brocatelle* présente une agglomération de tubercules rudimentaires de forme très-irrégulière et réunis par un ciment calcaire. Il fournit des marbres très-recherchés. (Tortose, en Espagne).

Le *calcaire lumachelle*, conglomérat de débris de coquilles et de polypiers. On cite la belle *lumachelle d'Astracan*, composée de débris de coquilliers d'un jaune orangé vif, réunis par un ciment brun.

Le *calcaire brèche*, marbre résultant de fragments anguleux réunis par un ciment calcaire (*brèche d'Alet* et de Tolonet, près d'Aix, en Provence). Le calcaire *poudingue*, agglutination de fragments roulés.

Le *calcaire crayeux* ou *craie blanche*, propre à la bâtisse, résultat, suivant les uns (Lyell), de la trituration des coquilles et des polypiers ; attribuée, suivant les autres, à la trituration des roches calcaires préexistantes.

La craie sert à préparer le *blanc d'Espagne*, le *blanc de Meudon* ; c'est particulièrement en Champagne qu'on s'occupe de cette industrie. Pour amener la craie à cet état de pureté, il faut la délayer dans l'eau, en laisser déposer les parties grossières et transvaser le liquide qui la tient en suspension ; puis, lorsque cette craie s'est déposée, on la

décante; on la fait sécher; et, quand elle a pris une consistance convenable, on la moule en forme de cylindres ou de pains dont la dessiccation s'achève à l'air. Ce blanc s'emploie comme crayons; il entre dans la plupart des peintures en détrempe et des couleurs; on en fait un grand usage dans les fabriques de produits chimiques, etc.; mélangé avec diverses substances, il sert à composer diverses sortes de mastics, et à modeler les ornements des cadres destinés à la dorure; il entre aussi en proportion notable dans la fabrication des faïences et s'emploie chaque jour pour une foule d'usages domestiques, comme, par exemple, pour nettoyer les métaux et le verre.

Le *calcaire grossier*, presque entièrement composé de débris coquilliers marins, triturés, réunis par un ciment calcaire. Paris, Bordeaux, Marseille, etc., sont bâtis avec des calcaires grossiers de l'époque supercrétacée. Suivant la finesse du grain, on distingue la *pierre de liais*, le *cliquart*, la *lambourde*, etc. Le *vergelet*, employé pour la statuaire, provient du département de l'Oise.

L'*albâtre calcaire* provient de la concrétion du carbonate de chaux sous forme de stalactites et de stalagmites. Le plus estimé vient d'Italie. On en connaît l'usage pour vases, socles, châsses de pendules, etc.

Le *tuf calcaire* ou *travertin* se forme journellement. Il est blanc ou jaunâtre. C'est à une variété du tuf calcaire (travertin) que plusieurs monuments de Rome doivent leur magnificence. L'immense coupole de Saint-Pierre et la plupart des églises modernes de cette capitale de la chrétienté sont construites en travertin.

Le meilleur moyen de reconnaître si les pierres calcaires ne sont pas *gélives*, consiste à les laisser séjourner à l'extérieur pendant l'hiver, afin de reconnaître comment elles se comportent à la gelée.

On polit les marbres successivement avec la pierre ponce, l'émeri, avec la limaille de plomb, la potée rouge (rouge d'Angleterre), et la potée d'étain de première qualité.

Pour tailler les colonnes et les vases, on se sert de scies particulières mues par des machines, de telle sorte qu'on peut enlever, de l'intérieur des pièces, des noyaux pleins qui servent à fabriquer des objets de moins grandes dimensions. Lorsque la matière est précieuse, on détache ainsi, d'un seul cylindre, deux, trois ou quatre colonnes qui s'emboîtent les unes dans les autres. Les instruments perforants dont on se sert pour exécuter ces divers travaux sont très-ingénieux, et surtout très-économiques, puisqu'il n'y a de matière perdue que celle que les instruments détachent sur leur passage.

Parmi les *chaux*, on distingue la chaux *hydraulique* qui se fabrique en calcinant des calcaires contenant 20 à 30 pour 100 de parties argileuses. La propriété qu'elle a de prendre sous l'eau une grande dureté, est de la plus haute importance pour la construction des piles de pont, des digues, etc.

Puisque la chaux hydraulique diffère seulement de la chaux grasse en ce qu'elle est produite par la calcination de calcaires contenant une certaine proportion d'argile, il était naturel de rechercher si des calcaires plus ou moins purs, susceptibles de se délayer, et auxquels on ajouterait, dans des proportions convenables, une dose d'argile, ne donneraient pas, par la cuisson, la même chaux hydraulique. M. Vicat a résolu affirmativement ce problème; en sorte qu'aujourd'hui divers mélanges de craie et d'argile, réduits en poudre et pétris avec un peu d'eau, peuvent servir à faire des pains qui, soumis à la calcination, fournissent une excellente chaux hydraulique *artificielle*.

On prépare la chaux hydraulique, aux environs de Paris, en délayant dans l'eau un mélange d'une partie d'argile et de quatre parties de craie; la bouillie obtenue ainsi se sèche à l'air sous forme de petits pains; puis on la soumet à une calcination modérée; si bien que le calcaire et l'argile entrent, sinon en combinaison, du moins dans une disposition moléculaire telle, que la chaux qui en résulte, après avoir été gâchée, est susceptible de durcir dans l'eau. Quand on n'a pas de calcaires délayables comme la craie ou la marne, on peut employer la chaux elle-même qu'on laisse éteindre à l'air, et qu'on mêle ensuite

avec des argiles délayées dans l'eau ; il en résulte une pâte dont on fait des pains que l'on cuit lorsqu'ils sont entièrements secs.

La chaux hydraulique prend le nom de *ciment romain* quand elle contient jusqu'à 40 pour 100 d'argile. Un bon ciment romain acquiert souvent, après une immersion d'un quart d'heure, la dureté de la pierre elle-même.

Dans la fabrication de la chaux hydraulique, on employait autrefois des pouzzolanes, ou des scories altérées, qu'on faisait venir de fort loin, pour les mélanger à la chaux et au sable ; il en résultait que la chaux hydraulique était toujours à un prix assez élevé ; aujourd'hui, grâce à la belle découverte de M. Vicat, on fait d'immenses économies dans les constructions publiques : en effet, une écluse qui coûtait autrefois 200,000 fr., peut être faite maintenant pour 40 à 50,000 fr, Des économies non moins considérables ont été réalisées sur la construction des barrages, des digues, des ponts en pierres, etc.

On a cru pendant longtemps que la solidification du mortier provenait de la combinaison de la chaux avec le sable quartzeux qu'il reçoit. Il n'en est rien. Des observations récentes ont fait reconnaître que cette solidification résulte de la combinaison de la chaux avec l'acide carbonique de l'atmosphère. Le mortier ordinaire ne durcit pas quand il est totalement privé du contact de l'air. Un mur très-épais, bâti à Potsdam depuis plus de trente ans, a présenté, lors de sa démolition, du mortier encore mou dans l'intérieur du mur, parce qu'en de telles conditions il n'avait pu absorber assez d'acide carbonique pour se solidifier. Ainsi le mortier, en durcissant par le desséchement et par la combinaison de la chaux avec l'acide carbonique de l'atmosphère, donne lieu à la formation d'un carbonate de chaux.

Les *grès* sont des roches à base de quartz provenant de sables agglutinés par un ciment siliceux ou calcaire, de diverses couleurs. Il y a des grès à grains fins, pourprés, susceptibles d'un beau poli. Tel est celui qu'on emploie aujourd'hui à Paris pour le sarcophage du gigantesque tombeau de l'empereur Napoléon. Ce magnifique grès pourpré et aventurinó a été extrait des carrières de Schokscha, sur le bord occidental du lac Ladoga, à quelques lieues de Saint-Pétersbourg. Il a été donné par l'empereur de Russie.

Tout le monde connaît l'usage des grès pour aiguiser la coutellerie, pour filtrer et clarifier les eaux (la Navarre, les îles Canaries, etc., grès exploités pour le pavage à Orsay, Palaiseau, Fontainebleau, Auvers, etc.).

Les *sables* servent à une multitude d'usages. Les objets en fonte, en cuivre, en laiton, etc., sont presque toujours coulés dans des moules terreux, construits avec du sable un peu argileux, humide et tamisé. Dans les fonderies des environs de Paris, on se sert du sable de Fontenay-aux-Roses.

L'application la plus intéressante du sable a lieu dans les verreries et dans les cristalleries. Tout le monde sait aujourd'hui que le sable quartzeux, rendu fusible par l'addition d'un peu de soude ou de potasse, constitue la matière principale du verre. Cette découverte, attribuée aux Phéniciens, a rendu les plus grands services à l'humanité ; car non-seulement le verre sert à une foule d'usages dans les besoins habituels de la vie ; mais encore les sciences naturelles lui doivent une partie de leurs progrès. L'astronomie, la physique, la chimie sont parvenues, à l'aide du verre et du cristal, à un admirable degré de perfection.

Pour fabriquer le verre grossier, celui des bouteilles, par exemple, on peut indistinctement se servir de tous les sables plus ou moins pulvérulents, plus ou moins impurs, auxquels on ajoute des oxydes de fer et de manganèse comme matières colorantes ; mais, pour obtenir des verres blancs, on évite avec soin les matières qui contiennent des oxydes colorants ; on recherche les sables quartzeux les plus blancs, auxquels on ajoute, dans des proportions convenables, certains fondants, tels que de la soude ou de la potasse, ainsi que du carbonate de chaux, ou seulement de la chaux. Ces diverses substances sont mélangées de la manière la plus intime ; puis calcinées jusqu'à ce que le tout soit agglutiné en une masse. On fait fondre ensuite celle-ci dans de grands creusets ; en chauffant

convenablement, la combinaison s'opère et la matière vitreuse entre en fusion : en cet état on la coule, on la moule, ou bien on la souffle. Quant à l'espèce de verre nommée cristal, sa composition reçoit, en outre, une assez forte proportion d'oxyde de plomb; il en devient plus lourd et acquiert un pouvoir réfrangible qui le rend plus agréable. Le cristal qu'on emploie à la fabrication des instruments d'optique est désigné sous le nom de *flint-glass*, et celui qui imite les pierres fines porte le nom de *strass*.

Les sables des verreries et cristalleries du nord de la France s'exploitent aux environs de Reims, à la base du terrain supercrétacé; ceux d'Étampes, d'Aumont, de Longjumeau, de Fontainebleau, s'emploient de préférence dans la cristallerie des environs de Paris. On choisit les plus purs et les plus fins. La finesse est une condition essentielle pour un bon mélange du sable avec les fondants.

On appelle *silex* ou *silex pyromaque* une matière siliceuse, compacte, translucide sur les bords des éclats et à cassure conchoïdale. Quelle est l'origine des silex de la craie? Les uns l'attribuent à une notable quantité de silice que tenaient en solution les eaux dans lesquelles a eu lieu la précipitation de la craie blanche. La silice, au lieu de se mélanger au calcaire, se serait réunie par séries de nodules. D'autres ne voient, dans la formation des silex qu'un phénomène purement électrique (Becquerel). Selon cette hypothèse, les particules siliceuses auraient été amenées sur certains points par des courants électro-chimiques et se seraient agglomérées par séries de nodules.

Le *silex meulière* a servi à bâtir les fortifications de Paris. Il est surtout utilisé pour la confection des meules à moudre le grain (La Ferté-sous-Jouarre; dans la Touraine; à Bergerac; etc.)

Passons aux ROCHES CHARBONNEUSES, ou combustibles fossiles.

L'*anthracite* est une substance charbonneuse, noirâtre, brûlant avec difficulté, sans flamme ni fumée. On pense que la houille a été changée en anthracite au contact des roches ignées. Il convient surtout aux usines. Si l'Angleterre est le pays classique de la houille, l'Amérique du nord est celui de l'anthracite. Aujourd'hui que les Américains ont appris à s'en servir, ils l estiment presque à l'égal de la houille. Il a l'inconvénient de décrépiter en brûlant, ce qui est dû à une petite quantité d'eau renfermée dans les pores microscopiques de la roche.

La *houille* ou *charbon de terre*, composée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, diffère de l'anthracite par une proportion de matière bitumineuse. Il en sera question dans plusieurs articles de ce *Dictionnaire*. On sait qu'un grand obstacle que présente souvent l'exploitation des houillères est la présence de l'hydrogène carboné qui s'en dégage et qui est connu sous le nom de *grisou* ou *gaz inflammable*, d'un poids spécifique très-inférieur à celui de l'air. On doit au célèbre chimiste anglais, Davy, la *lampe de sûreté*, décrite dans notre *Dictionnaire de physique*, etc. Les prodiges de l'application de la vapeur sont dus à ce combustible. Le gaz hydrogène carboné qui sert à l'éclairage s'obtient de la houille distillée.

Toutes les qualités de houille, dit un savant professeur, M. Payen, ne sont pas également propres à la distillation. On doit préférer celles qui contiennent les plus fortes proportions de carbures d'hydrogène, et qui présentent à l'analyse le plus d'hydrogène en excès sur la quantité nécessaire pour former de l'eau avec l'oxygène de la même houille. Les diverses espèces de houille donnent des quantités et des qualités différentes de gaz; elles exigent une température plus ou moins élevée et soutenue, laissent un *coke* plus ou moins estimé, enfin dégagent, suivant les proportions de bisulfure de fer qu'elles contiennent, des combinaisons de soufre avec l'hydrogène et avec le carbone, qui altèrent la qualité du gaz et nécessitent une épuration dispendieuse. On doit avoir égard à toutes ces circonstances dans le choix des matières premières. Les houilles de Mons et de Commentry, qu'on emploie généralement à Paris, donnent en moyenne 23 mètres cubes de gaz par 100 kilo-

grammes. On en obtenait un plus grand volume en faisant usage de la houille de Saint-Étienne; mais le gaz était plus sulfuré.

La houille est aujourd'hui le principal moteur de l'industrie, le grand auxiliaire du commerce, l'agent indispensable du bien-être matériel des peuples ; elle est désormais aussi indispensable aux sociétés civilisées que le fer, cet autre élément qui prête un si puissant concours aux conquêtes de l'industrie. De la combustion de la houille résulte la chaleur ; celle-ci gazéifie l'eau ; ce gaz, ou plutôt cette vapeur, étroitement emprisonnée dans des chaudières en fer, obéit au génie de l'homme, qui ne lui accorde ensuite la liberté qu'autant que sa force expansive pourra imprimer le mouvement à ses machines. A l'aide de ce puissant moteur, les manufactures les plus compliquées marchent et exécutent leurs travaux avec précision et célérité. Au mépris des vents, et sans voiles, les navires sillonnent les mers ou remontent les fleuves comme par enchantement. Les chariots, sans attelage, courent spontanément sur les chemins de fer, avec une vitesse prodigieuse. C'est à la houille que sont particulièrement dus la plupart de ces résultats, et le gaz éclairant qu'on en retire vient, quand l'astre du jour a disparu, nous verser à son tour des flots de lumière !

Ici se présente une réflexion du plus haut intérêt : ne dirait-on pas que c'est pour le progrès de l'humanité que la végétation des premières époques géologiques, au lieu de se dissiper sans rien laisser après elle, est venue s'enfouir dans les entrailles de la terre? Ne dirait-on pas qu'avant la création de l'homme la nature s'occupait déjà de ses besoins futurs, en lui conservant ces précieuses couches de houille qui lui permettent aujourd'hui de changer le caractère de son industrie et de rêver un autre avenir ?

Le *lignite* est un autre combustible aussi d'origine végétale. Quand il est luisant, assez dur et assez compacte, il est susceptible de poli et prend alors le nom de *jais* ou de *jayet* (Catalogne).

La *tourbe* est un combustible qui se forme journellement dans les marais des zones tempérées par l'accumulation des plantes aquatiques. On met les marécages tourbeux en coupe réglée comme les bois eux-mêmes.

Suivant M. Dufrénoy, il résulte de nombreuses analyses que la richesse en carbone des combustibles fossiles diminue d'autant plus que ces mêmes combustibles sont moins anciens. En effet, l'anthracite contient de 80 à 90 pour 100 de carbone; les houilles en renferment de 60 à 80; les lignites de 40 à 50; enfin, dans les tourbes, la proportion de carbone varie de 25 à 36 pour 100 : c'est le principal combustible de la Hollande. (En France, Somme, Oise, Meurthe, Doubs.)

Parmi les autres substances précieuses qui appartiennent aux roches sédimentaires, nous devons mentionner le gypse qui fournit le plâtre : c'est un sulfate de chaux hydraté, c'est-à-dire renfermant une certaine quantité d'eau ; sa formation est attribuée soit à des vapeurs acido-sulfureuses dégagées du foyer central, soit à des sources d'acide sulfurique qui aurait pénétré certains calcaires. Il est très-abondant dans l'étage parisien. Le plâtre est du gypse cuit : on en connaît les usages variés. Le gypse compacte est connu sous le nom d'*albâtre gypseux ;* on en fait des vases, des flambeaux, etc. (Toscane).

Le *sel* (chlorure de sodium) est un des produits les plus répandus dans la nature et des plus indispensables à l'homme. Le *sel marin* s'extrait des eaux de la mer; le *sel gemme* existe en couches solides dans des terrains d'âges différents, depuis le trias jusqu'au terrain supercrétacé. Il y a des gîtes qui ont 100 et 150 mètres de puissance. On en attribue l'origine à des eaux marines isolées qui ont subi une évaporation plus ou moins prolongée. On admet qu'à la suite des cataclysmes quelques parties des eaux de la mer ont pu être séparées ou jetées dans des dépressions ne recevant aucun cours d'eau douce ; avec le temps et sous l'influence d'une température élevée, ces eaux salées, en se réduisant, auraient donné lieu aux phénomènes qui se manifestent dans nos marais salants.

On cite un très-grand nombre de dépôts salifères dans toutes les parties du monde ; et

l'on remarque que les plus considérables existent généralement sur les bords des vastes plaines ou des déserts. Les débris organiques qu'on rencontre dans ces gisements sont des lignites, mêlés quelquefois à des sables et à des cailloux roulés. Parmi les contrées les plus riches en sel gemme, nous citerons les deux versants des Carpathes, où l'on trouve, d'un côté, les abondantes mines de Hongrie et de Transylvanie, et, de l'autre, les célèbres salines de Wieliezka, aux environs de Cracovie, dans la Pologne autrichienne. Ce dernier dépôt salifère, le plus riche que l'on connaisse, présente une masse évaluée à plus de 100 lieues de longueur sur 40 de largeur. Les travaux d'exploitation s'étendent sur environ 3,000 mètres en longueur, 1,600 mètres en largeur, et 300 mètres en profondeur. Ces imposantes excavations présentent des salles taillées carrément dans le sel gemme, et soutenues par des piliers de la même matière blanche et transparente comme la glace. On y voit des écuries habitées par les chevaux qui font le service de la mine, et des lacs d'eau salée, sur lesquels on peut se promener en bateau. Quelques milliers d'ouvriers vivent dans ces souterrains durant plusieurs années, sans être incommodés de l'air qu'on y respire et des travaux auxquels ils sont employés. Il faut dire aussi qu'à tour de rôle, ces hommes viennent à la surface; car, bien que ces souterrains soient parfaitement aérés, la lumière du jour est, pour l'homme, une condition de santé et même d'existence. Les mines de Wieliezka sont ouvertes depuis le XIII^e^ siècle, et comme les travaux y sont poursuivis chaque jour avec une grande activité, il en résulte des excavations considérables qui deviennent de plus en plus imposantes. On y voit, taillé dans le sel même, un escalier de plus de mille degrés, une chapelle assez vaste, et plusieurs grandes galeries admirables par leurs dimensions et par la régularité de leurs formes. Si, à toutes ces merveilles exécutées patiemment par la main de l'homme, on ajoute l'éclat des parois réfléchissant la lumière des lampes, la hauteur et la hardiesse des voûtes, l'élégance des piliers translucides, on aura une légère idée de cet aspect en quelque sorte féerique!

Les exploitations de sel gemme sont, en France, à Vic et à Dieuze (Lorraine); en Angleterre à Norwick; en Espagne, à Cordona; en Suisse, à Bex.

Outre les *sources salées* dont les eaux sont exploitées dans l'intérieur des continents et que nous ne ferons que mentionner en passant, tout le monde sait qu'on retire aussi le sel des eaux de la mer, au moyen de l'évaporation naturelle de l'eau marine, amenée, en couches minces, dans de vastes réservoirs tapissés d'argile, qu'on nomme *marais salants* (Charente-Inférieure, Hérault, Bouches-du-Rhône).

De nombreux lacs salés existent en Asie et en Afrique.

Le sel doit à son avidité pour l'eau la propriété qu'il a de conserver longtemps les aliments destinés aux approvisionnements. C'est en soutirant l'humidité des viandes, des poissons, etc., qu'il préserve ces substances de la fermentation putride.

On se tromperait, si l'on croyait que le sel n'est employé, dans la préparation de nos mets, que comme condiment, et qu'il serait facile de s'en passer; tout nous prouve, au contraire, que l'homme et beaucoup d'animaux ne pourraient longtemps subsister, s'ils en étaient tout à fait privés. Non-seulement le sel communique une saveur agréable aux aliments; mais, en stimulant les glandes salivaires et les parois de l'estomac, il facilite la digestion; aussi n'est-ce point un caprice, un raffinement de sensualité, qui porte l'homme à saler tout ce qu'il mange; mais bien un besoin très-impérieux, remontant au premier âge de l'humanité, et auquel tous les peuples sont instinctivement soumis.

Les *argiles* sont des roches composées de silice, d'alumine et d'eau, dans des proportions très-variables. Elles doivent surtout leur origine à la décomposition des matières feldspathiques qui forment la base de la plupart des roches d'origine ignée. Elles présentent un grand nombre de variétés. L'*argile plastique* est employée dans la confection de la porcelaine la plus aristocratique comme dans la fabrication de la poterie grossière. Nous avons déjà dit que le *kaolin*, employé dans la fabrication de la porcelaine, est une argile particulière qui résulte de la décomposition sur place de certaines variétés de feldspath. La ma-

nufacture de Sèvres le tire de Saint-Yrieix, près de Limoges. L'art céramique a été poussé chez nous au plus haut degré de perfection (Sèvres).

Nommons seulement l'*argile smectique*, ou *terre à foulon*, qui sert à enlever aux étoffes de laine l'huile dont on imbibe la laine pour la filer et la tisser; la *pierre à détacher*, qui absorbe les corps gras qui font tache sur les étoffes; les *ocres* rouges, jaunes, dont on fabrique des crayons, etc.

§ III.

Des espèces minérales utiles, non-métallifères.

Le *graphyte* ou *plombagine* est composé de carbone, associé à une petite quantité d'oxyde de fer. Sa présence dans les plus anciennes roches primordiales indique que le carbone a existé avant la solidification de la première enveloppe terrestre. On en fabrique des crayons (Cumberland, en Angleterre; Passaw, en Bavière). Pétri avec la graisse, il est utilisé pour adoucir le frottement des essieux des machines en fer.

Les *bitumes*, matières liquides et visqueuses, sont probablement le résultat de la décomposition de masses de végétaux qui auraient subi l'action d'agents plutoniques. C'est toujours du carbone uni à une certaine quantité d'hydrogène et d'oxygène.

Nous citerons :

L'*asphalte*, qui flotte en abondance sur le lac de Judée, servait à embaumer les cadavres des hommes et des animaux chez les Egyptiens.

Le *pissasphalte* ou *goudron minéral* (Dax, Seyssel, etc.

Le *naphte* et le *pétrole* ressemblent à des huiles volatiles.

Les bitumes s'appliquent à divers usages : ceux qui sont huileux (naphte et pétrole) servent à graisser des machines, à enduire des agrès, des cordages. On les emploie avec succès pour la conservation des bois, des grosses toiles; dans quelques localités, on s'en sert pour l'éclairage des phares qui bordent les côtes maritimes. Le bitume pissaslphate entre dans la fabrication de quelques ciments qui s'opposent au passage de l'humidité. Enfin, depuis un certain nombre d'années, le pissasphalte est la base essentielle du dallage des places publiques et des trottoirs. On le mélange à chaud avec des matières crayeuses, des sables et des graviers; il en résulte un poudingue pâteux qui, s'appliquant sur un sol préparé et résistant, le recouvre, en quelque sorte, d'une seule dalle élégante et solide.

Le *succin* ou *ambre* est une résine fossile qui découlait jadis des arbres aujourd'hui convertis en lignites. Il renferme souvent des insectes d'une délicatesse extrême. On le trouve dans les dépôts postérieurs à la craie, parmi les sables et les argiles qui accompagnent les lignites (Auteuil, Meudon; côtes de la Baltique, etc.). Au temps de la république romaine, il formait un des principaux objets d'échange entre le Nord et le Midi. Les dames surtout en faisaient une très-grande consommation pour une foule d'ornements.

Le *guano* doit son origine à l'accumulation séculaire d'excréments et de cadavres d'oiseaux de mer (côte du Pérou, côte occidentale d'Afrique, etc.). Ce précieux engrais est importé en Europe depuis quelques années.

Le *natron* est une substance saline employée pour la fabrication du savon et du verre (Espagne, Egypte).

Le *soufre* est un corps simple qui se montre avec le plus d'abondance dans le voisinage des volcans en activité.

Les usages du soufre sont nombreux. La consommation qu'on en fait, dit M. Payen, suffit pour donner la mesure de l'état ou de l'importance de la chimie industrielle chez les peuples civilisés. Le soufre s'emploie pour la fabrication de la poudre à canon, pour la préparation de l'acide sulfureux et surtout de l'acide sulfurique, précieux agent de la plupart des manufactures, et qui, à lui seul, en absorbe d'énormes quantités. On se sert aussi du soufre pour la préparation d'un grand nombre de sulfures d'un usage continuel,

tels que le *vermillon*, l'*orpiment*, etc. Il entre dans beaucoup de manipulations pharmaceutiques. Les modeleurs et les graveurs se servent du soufre fondu pour obtenir de belles empreintes de médailles; pour cela, ils coulent sur la médaille, légèrement huilée, du plâtre gâché, et obtiennent ainsi un moule en creux, dans lequel ils versent ensuite du soufre qui prend l'empreinte de la médaille. Liquéfié, le soufre s'attache aux tissus de toile qu'on y plonge; on obtient ainsi des mèches soufrées qu'on fait brûler dans les barriques humides, afin d'y produire du gaz acide sulfureux qui s'oppose à la putréfaction de divers liquides, notamment des vins, de la bière et du cidre. Enfin l'admirable facilité avec laquelle le soufre s'enflamme le rend précieux dans les usages domestiques; aussi son intervention est-elle nécessaire dans les allumettes de tous genres. Une particularité qu'il importe de signaler, c'est qu'il peut servir facilement à éteindre les feux de cheminées : il suffit, pour cela, de jeter quelques poignées de fleur de soufre dans le foyer, dont on ferme aussitôt l'ouverture à l'aide d'un drap mouillé; alors, par sa combustion, le soufre se transforme en acide sulfureux, et dans cette transformation il absorbe assez rapidement l'oxygène pour arrêter et même pour éteindre le feu.

L'*alun* est composé de sulfate d'alumine et de sulfate de potasse ou d'ammoniaque, et se trouve en efflorescence à la surface de certains schistes argileux de la formation houillère. L'alun s'emploie en teinture comme mordant, pour fixer les couleurs sur les étoffes. Pour bien comprendre son action, supposons qu'une goutte de vin rouge tombe sur un linge sec et blanc, l'eau enlèvera facilement cette tache; mais si une goutte semblable tombe sur le même linge imprégné d'une solution d'alun, la tache sera persistante; ainsi, dans la teinture, l'alun sert d'intermédiaire entre la couleur et le tissu.

La *magnésite* est composée de magnésie, de silice, d'alumine et d'eau. C'est l'*écume de mer* dont on fait des pipes si estimées.

Le *borax* est une substance cristalline, composée d'acide borique, de soude et d'eau. On l'extrait de l'acide borique qu'on retire des lacs de Toscane. C'est un fondant pour beaucoup d'opérations chimiques et métallurgiques, par exemple, pour appliquer les métaux sur la porcelaine.

Le *salpêtre*, *nitre*, *nitrate de potasse*, est un azotate de potasse. La cause de sa formation est encore un mystère; mais il est positif qu'elle prend sa source dans l'air humide en contact avec des matières calcarifères poreuses. Mélangé avec du soufre et du charbon pulvérisés, dans des proportions diverses, il constitue la poudre à canon. C'est par la distillation qu'on extrait du salpêtre l'acide azotique qui sous le nom d'*eau forte*, sert à un grand nombre d'usages.

Le *sel ammoniaque* est un hydrochlorate d'ammoniaque qui s'obtient en décomposant le sulfate d'ammoniaque par le chlorure de sodium. On l'emploie, comme le borax, pour les soudures. Il sert à décaper la surface des métaux qu'on veut étamer, etc.

Le *mica*, quand il se divise en grandes lames, sert, particulièrement en Sibérie, à vitrer les habitations. Il est surtout propre au vitrage des vaisseaux de guerre, parce qu'il résiste à la pression atmosphérique que produi subitement une décharge d'artillerie.

Le *talc* est une substance très-tendre, le plus souvent feuilletée. Une variété, la *stéatite*, est douce et grasse au toucher, comme du savon. Sous le nom de *craie de Briançon*, les tailleurs s'en servent pour tracer la coupe des habits, les cordonniers l'introduisent en poudre dans les bottes pour en rendre l'intérieur sec et glissant. C'est aussi avec du talc laminaire du Tyrol qu'on fait la pâte fine dont sont composés les crayons colorés qu'on nomme *pastels*.

Le *tripoli* est presque entièrement composé de silice terreuse ou de matières argileuses ayant subi, sous l'influence de la chaleur, une altération plus ou moins grande. En examinant les tripolis au microscope, M. Ehrenberg a reconnu qu'ils étaient quelquefois formés, en grande partie, de carapaces d'infusoires siliceux, particularité qu'il est difficile de s'expliquer. Au reste le nom de tripoli est souvent employé pour désigner diverses matiè-

res qui ont la propriété de polir, *ponce* triturée, *terre pourrie* d'Angleterre, etc. Le tripoli se trouve dans les plus anciens terrains sédimentaires. On s'en sert pour polir les métaux, la corne, l'écaille, les pierres fines.

§ IV.

Pierres employées dans l'ornementation et la joaillerie.

Les PIERRES COMMUNES pour l'ornementation et la bijouterie sont : les *quartz* avec leurs nombreuses variétés, quartz *hyalin* ou *cristal de roche* ; *améthyste*, *rubis*, *topaze*.

Les agates, *calcédoine*, *cornaline*, *sardoine*, *onyx*, *chrysoprase*.

La plus grande partie des agates qui circulent dans le commerce vient d'Oberstein, dans la Prusse rhénane, où on les façonne en objets divers, tels que vases, socles, poignées d'instruments et bijoux de médiocre valeur. Les belles variétés sont réservées pour y graver des sujets d'art, qui, en vertu de l'inaltérabilité de la substance, peuvent être regardés comme de vrais monuments capables de passer à la postérité la plus reculée. Les anciens nous ont laissé, en ce genre, de superbes ouvrages, auxquels la main du temps, qui efface toute chose, n'a pu jusqu'à présent porter la plus légère atteinte. Telles sont les apothéoses d'Auguste et de Germanicus, gravées sur des onyx à quatre couches de couleurs différentes. Les artistes modernes font aussi chaque jour, sur cette substance indestructible, de petits chefs-d'œuvre qui ne le cèdent en rien à ce que la gravure antique a produit de plus beau, et qui feront peut-être aussi l'admiration des siècles futurs. C'est principalement sur les onyx que sont exécutés ces magnifiques ouvrages; car cette variété d'agate présentant des zones de couleurs variées et d'une très-petite épaisseur, il en résulte une disposition très-favorable au travail du graveur qui, en fouillant plus ou moins profondément dans la substance, exécute le relief sur l'une des couches, en laissant l'autre pour fond : c'est ce qu'on appelle des *camées*. Quelquefois la variété et la disposition des couleurs sont si favorables au développement du sujet, que l'artiste peut détacher les cheveux, le visage et les vêtements de ses personnages sur des teintes différentes, et marier ainsi la peinture à la sculpture, le charme du coloris à celui de la forme.

Les *jaspes* forment une troisième sous-espèce de pierres quartzeuses, employées pour les petits ornements. Ceux de couleur brunâtre ou rougeâtre sont assez communs. Il y en a de *rubanés*, de *panachés*, de *tigrés* (Sicile).

Le *feldspath* forme aussi un groupe d'espèces minérales, *orthose*, *albite*, *labradorite*, *pierre de lune*, *pierre de soleil*, *pierre des Amazones*, et le *jade*, apporté d'Orient et d'une ténacité extrême. Les sauvages en font des instruments tranchants.

Le *lapis-lazuli*, ou *outre-mer*, est une belle substance bleue qu'on trouve dans les roches granitiques (Sibérie, Thibet, Perse).

La *malachite*, d'une belle couleur verte, à nuances variées, est une substance rare employée aux décorations les plus somptueuses.

La *fluorine* ou *spath fluor* est remarquable par la vivacité de ses teintes vertes, jaunes, bleues et violettes, souvent réunies par zones (Angleterre, Saxe). C'est avec de la fluorine qu'on prépare l'acide fluorhydrique dont on se sert pour graver sur le verre.

Les PIERRES FINES OU PRÉCIEUSES sont

Le *diamant*, qui obtient la prééminence sur les autres pierres précieuses. Ce n'est autre chose que du carbone cristallisé et dans un état particulier de condensation moléculaire.

En effet, on a parfaitement constaté que le diamant brûle à une très-haute température, en consumant la même quantité d'oxygène que le charbon pur lui-même, et qu'il fournit une quantité d'acide carbonique dont le poids représente exactement celui de l'oxygène et celui du diamant soumis à la combustion. Par la décomposition chimique, on peut retirer de cet acide carbonique du charbon noir et pulvérulent, absolument identique au charbon domestique, car il en a les caractères et les propriétés; on a pu s'en servir pour faire de l'acier qui ne diffère en rien de l'acier ordinaire. Ainsi, c'est un fait bien acquis, le plus

brillant, le plus limpide, le plus dur des minéraux, et ce corps noir, opaque et friable que nous brûlons chaque jour dans nos foyers sont de même nature. C'est le cas de dire avec Haüy que le proverbe : *Les extrêmes se touchent*, n'a jamais été plus vrai.

Les expériences récentes de M. Despretz, sur le diamant, jettent un nouveau jour sur ce sujet. Au moyen d'une pile de Bunsen, de cinq à six cents éléments réunis en plusieurs séries, ce savant physicien a pu dégager une si grande quantité d'électricité, que la production de chaleur qui en est résulté aux pôles de la pile a suffi pour y fondre le diamant et le transformer en graphite, charbon pur et traçant, identique au graphite qu'on emploie pour faire des crayons de première qualité. A l'aide du même feu électrique, M. Despretz a fondu et volatilisé les corps les plus réfractaires, ceux-là même qui jusqu'ici avaient résisté aux agents calorifiques les plus énergiques. Le charbon lui-même, réputé infusible par tous les chimistes et par les physiciens, n'a pu résister à cette épreuve; il s'est transformé en graphite; il a pu être ramolli, courbé et soudé à plusieurs reprises. Ces expériences, qui auront du retentissement dans le monde savant, ont été faites dans le vide, ou dans un gaz non comburant, comme l'azote, et à diverses pressions. On comprend les conséquences qui peuvent en résulter; en effet, de la fusion du charbon pur à la découverte de la fabrication du vrai diamant, c'est-à-dire du carbone cristallisé, il n'y a peut-être qu'un pas.

« Le diamant a pour gisement originaire la partie supérieure du terrain primitif. On le trouve au Brésil, dans la province de *Minas Geraes*, sur tous les points d'une vaste chaîne de montagnes qui se prolonge depuis les environs de la ville *do Principe* jusqu'à la *Serra do Grammagoa*, c'est-à-dire sur une longueur de plus de cinquante lieues, et dans une direction à peu près nord et sud. Cette chaîne, que nous avons habitée nous-même pendant un certain nombre d'années, présente des points culminants assez élevés pour y motiver un abaissement très-sensible de température. Comparativement aux autres contrées du Brésil, on peut dire qu'elle ne porte qu'une végétation chétive et rabougrie. On y remarque une foule de petits cours d'eau vagabonds qui la traversent dans tous les sens. Les plus grands, tels que les rivières *Jiquitinhona*, *Rio-Pardo*, *Itacambiroussou*, roulent dans leurs eaux un sédiment arraché aux montagnes voisines, et où domine le quartz laiteux, sous forme de cailloux arrondis et de sable blanc à gros grains. C'est dans ce sédiment quartzifère que se trouve, avec plus de facilité, le diamant, usé quelquefois lui-même par le frottement des graviers quartzeux qui l'accompagnent. Nous en avons vu de complétement ronds; d'autres n'ayant perdu qu'une partie de leurs angles. Ce fait, qui n'est point rare sur les rives de la Jiquitinhona, indique que le diamant, malgré sa dureté, cède à la longue au mouvement incessant que lui imprime, en certains endroits des rivières, le continuel remous des eaux; car il est évident que ce minéral est trop rare dans la nature, pour que cette usure soit seulement le résultat du frottement des diamants les uns sur les autres.

« La gangue de cette pierre précieuse, qu'il ne nous a pas été donné de reconnaître, malgré les efforts que nous avons faits pour la constater avec précision a, dit-on, été découverte depuis quelques années. Il paraît que c'est un quartz blanc laiteux et grenu, substance qui abonde, en effet, dans les contrées diamantifères, et que nous avions toujours soupçonnée d'être la matrice originaire du diamant.

« Comme toutes les autres gemmes, on recherche le diamant dans les dépôts d'alluvions anciens et modernes, provenant de la désagrégation des gîtes originaires, et c'est au moyen de lavages habilement exécutés qu'on le retire de ces sédiments. Nous entrerons dans quelques détails sur cette exploitation que nous avons pratiquée nous-même, soit à *Tejuco*, chef-lieu de la chaîne diamantifère, soit à la *Serra do Grammagoa*, qui en est la partie la plus septentrionale; et nous espérons que l'exposition rapide que nous allons en faire sera aussi exacte que neuve.

« Le sédiment quartzeux qui contient le diamant a reçu au Brésil le nom de *cascalho*; il

existe sur des plateaux élevés; et, dans ce cas, il appartient aux alluvions anciennes; mais on le rencontre plus facilement dans les vallées, les bas-fonds où circulent les eaux; et l'on comprend qu'alors c'est souvent un produit de transport plus ou moins récent de l'époque actuelle. Dans l'un comme dans l'autre cas, la puissance du cascalho n'est jamais considérable; rarement elle dépasse un mètre. Ce sédiment est presque toujours à la surface du sol; en effet, il ne s'agit d'enlever qu'un peu de sable quartzeux légèrement argilifère, seule terre végétale du pays, pour le mettre à nu. On défonce ensuite ces cailloux roulés avec un pesant levier et les esclaves transportent le cascalho dans un endroit voisin d'un petit ruisseau pour lui faire subir un premier lavage.

« A cet effet, on ouvre une tranchée en pente, soutenue par des planches; cette tranchée, longue de quatre à cinq mètres sur un et demi de large, reçoit à sa partie supérieure une petite chute d'eau d'environ un mètre de hauteur. Cela fait, on jette successivement le cascalho au-dessous de la chute d'eau; là, il est agité, dans tous les sens, par deux nègres, qui ne cessent de remonter le sédiment que le courant entraîne vers le bas de la tranchée. Ils se servent de petites pioches qui leur permettent de rassembler les plus gros cailloux à la surface et de les rejeter au dehors au fur et à mesure qu'il y en a un tas suffisant; d'un autre côté, les parties pulvérulentes sont entraînées par le courant. En opérant ainsi et en continuant de jeter du cascalho sous la chute d'eau, on finit par le concentrer à un vingtième environ de son volume primitif. En cet état, le cascalho ne présente plus que de petits cailloux quartzeux mêlés à une faible portion de sable blanc grenu et ferrugineux. C'est là que, par le seul fait de sa densité, se trouve le diamant en compagnie du fer, de l'or, et quelquefois du platine.

« Le cascalho réduit est ensuite soumis à un autre lavage spécial, qui réclame la plus grande attention de la part du laveur, d'abord, puis de celle du surveillant. C'est ici que le nègre déploie son adresse et la fécondité de son esprit rusé pour arrêter le diamant au passage, et pour l'escamoter quelquefois à son profit. On a vu des laveurs feindre des attaques subites, se tordre en contorsions, et cela pour avoir la faculté de porter la main à la bouche dans le but d'avaler un gros diamant. D'autres, plus adroits, placent furtivement, entre leurs doigts de pieds, le diamant trouvé, et gardent ainsi ce précieux dépôt pendant une journée entière, sans que rien d'apparent les trahisse ou les gêne dans leur allure; aussi, quand on exécute le dernier lavage du cascalho, les esclaves sont-ils surveillés avec une vigilance extrême; et malheur à eux s'ils font des mouvements suspects; car, dans cette opération, le commandeur est toujours armé de son fouet en cuir de bœuf. Cette surveillance redouble si le cascalho montre une certaine richesse; et, malgré toutes les précautions dont s'entoure son argus, le nègre parvient assez souvent à mettre sa vigilance en défaut. Mais revenons à la manière de procéder à ce dernier lavage.

« Sous un hangar, couvert d'herbes sèches ou de feuilles de palmier, se trouve préparé un lavoir quadrangulaire dont l'eau n'a jamais plus d'un mètre de profondeur. Chaque laveur s'assied là, sur les bords, après avoir mis dans sa sébille environ deux ou trois kilogrammes de cascalho concentré. Il fait entrer dans le vase une certaine quantité d'eau; agite avec la main droite le contenu, en communiquant un mouvement gyratoire à la sébile, qu'il tient de la main gauche, et à laquelle il imprime en outre de petites secousses brusques et particulières. On comprend que les corps les plus denses gagnent le fond du vase, tandis que les parties légères de la surface sont habilement rejetées dans le lavoir. Lorsqu'enfin le cascalho est réduit à sa plus simple expression, le laveur soulève, en l'inclinant, sa sébille qu'il tient toujours de la main gauche, et prend, dans le creux de la main droite, de l'eau qu'il jette délicatement sur les bords du vase; peu à peu le reste du sédiment qui s'y trouve est entraîné et tombe très-lentement avec l'eau que jette constamment le laveur. Quand cette opération est bien faite, aucun diamant, si petit qu'il soit, ne peut passer inaperçu; et, ici, il n'y a aucune équivoque possible, le diamant, même à l'état brut, ayant un vif éclat. Cette pierre précieuse a presque toujours, d'ailleurs, une forme et

une apparence remarquables. Aussitôt qu'un esclave a trouvé un diamant, il se lève en s'écriant : *Lovado seja nosso Senhor Jesus-Christo !* (loué soit notre Seigneur Jésus-Christ !) le surveillant prend la pierre précieuse, l'examine un instant, sans perdre de vue les autres laveurs, et la dépose dans un petit tuyau de bambou appelé *taquara*.

« Si le diamant est d'une grande valeur, l'esclave qui l'a trouvé reçoit une prime; quelquefois même il est affranchi; mais on a beaucup exagéré cette particularité qui, autrefois, était religieusement observé par le gouvernement portugais, alors qu'il avait exclusivement le monopole de cette exploitation. Le fait est qu'aujourd'hui le propriétaire de l'esclave agit comme il l'entend, et qu'il ne manque pas de prétextes pour se justifier et pour faire taire les scrupules de sa conscience. Il est juste aussi d'ajouter qu'un diamant de quinze carats, limite inférieure qui donnait lieu à cette condition d'affranchissement, peut quelquefois, par sa défectuosité, ne pas représenter la valeur de l'esclave lui-même.

« A l'époque de la sécheresse, un grand nombre de *grimpeiros* (c'est ainsi qu'on nomme les exploitants errants), descendent des montagnes et des plateaux, pour opérer dans le lit des rivières qu'ils détournent, en partie, au moyen de barrages. Le cascalho qu'on y trouve en abondance y est aussi plus riche qu'ailleurs. On conçoit, en effet, que le sédiment y subit, en de certains endroits, un vrai lavage; aussi est-ce dans les parages accidentés, là où le courant agit en tournoyant, qu'on voit le cascalho présenter la plus grande richesse. On le reconnaît pour tel à l'abondance des corps denses qu'il recèle. Du reste, son épuration, qui donne souvent assez de poudre d'or pour couvrir tous les frais, s'y exécute comme il a été dit.

« L'exploitation du diamant au Brésil n'admet aucune machine, aucun travail préparatoire sérieux; car, bien que chaque concession soit faite par le gouvernement, moyennant une très-modique somme, les diverses mines ou *lavras*, comme on les appelle, ne sont, de fait, la propriété de personne. En effet, si une *lavra* fait du bruit par sa richesse, elle est bientôt envahie malgré l'autorité, dont la force est impuissante à réprimer cet abus. Des bandes de laveurs arrivent de toutes parts; chacune veut son lot, et plus d'une rixe sanglante est le résultat de ce partage arbitraire, où les forts ne s'adjugent jamais la plus faible portion. Parfois une fausse alerte est simulée sur un point pour y attirer la foule inconstante, tandis qu'ailleurs on exploite en silence un précieux dépôt; mais c'est en vain qu'on voudrait le cacher, l'activité des travaux, les ventes de diamants, les dépenses superflues trahissent les heureux, malgré tous les mystères dont ils s'environnent, et la foule accourt, quelquefois trop tard il est vrai; mais, à la suite des grandes trouvailles, il se présente toujours des amateurs pour soumettre le cascalho lavé à un nouveau lavage exécuté avec plus de soin. Ceux-là, sans faire fortune, ne perdent jamais leur temps.

« Un fait important à signaler, c'est qu'en général les différents cascalhos de la chaîne diamantifère du Brésil donnent, selon les localités, des diamants qui diffèrent sensiblement entre eux; ainsi certains parages, comme les environs de Tejuco, sont renommés par les gros diamants (*pedras grandes*) qu'on y trouve; d'autres, au contraire, comme la Serra de Grammagoa, ne donnent guère que de petits diamants (*mousquitos*), mais ils s'y montrent en plus grande abondance, ce qui établit une sorte de compensation. Même observation à l'égard de la couleur : sur quelques points la nuance prédominante est verdâtre, sur d'autres elle est jaunâtre ou roussâtre; enfin, et le plus souvent, elle est incolore. Ce sont là les nuances de la presque totalité des diamants de la province de Minas Geraes, dont l'extraction peut occuper environ de cinquante à soixante mille individus de tout sexe, parmi lesquels les deux tiers sont esclaves.

« Rien n'est plus capricieux et plus variable que la valeur des différents cascalhos : ici une journée compense amplement des travaux restés stériles pendant des mois entiers; ailleurs les plus habiles ne font pas leurs frais; car les vivres son fort chers dans ces régions d'un difficile accès; quelquefois ils manquent totalement, ce qui n'empêche

pas le joyeux *grimpero* de trouver le secret de danser le *batuco* au son de sa guitare, en foulant dédaigneusement à ses pieds, comme il dit lui-même, l'or et les diamants.

« Cependant, nous avons vu quelquefois le laveur désappointé abandonner ces lieux arides pour demander sa subsistance aux travaux de l'agriculture; mais telle est la puissance magique de la valeur du diamant, qu'au moindre bruit d'un nouveau gisement important, chacun se hâte d'abandonner ses plantations, et se dirige vers le point signalé pour tenter la fortune, qui, là comme ailleurs, ne sourit, hélas! qu'à quelques-uns.

« Les gros diamants sont extrêmement rares au Brésil. Pendant huit années de séjour sur les lieux du gisement, à peine en avons-nous vu huit ou dix du poids de vingt à trente carats; le nombre même de ceux qui pèsent cinq ou six carats est très-limité. En revanche, ceux d'un carat ou de deux carats sont assez abondants; ils forment avec les tout petits diamants, appelés *mousquitos*, la presque totalité du produit général, qu'on estimait, il n'y a pas encore longtemps, à sept ou huit kilogrammes par an; mais la découverte du gisement de *Sincura*, dans la province de *Bahia*, doit porter ce chiffre à un taux plus élevé. Ces mines que nous n'avons pas explorées ont, dit-on, été trouvées plus riches que les anciennes. Cela est fort douteux pour nous, qui savons par expérience combien est grande l'exagération à laquelle on se livre dans de semblables découvertes. Quoi qu'il en soit, ce nouveau gisement, situé à côté du plus grand centre de la population brésilienne, pourrait s'il est riche et étendu, donner lieu à une assez forte extraction de diamants, d'ou résulterait, sans doute, une certaine dépréciation de cette pierre précieuse. Mais le diamant conservera toujours, quoi qu'il arrive, une haute valeur en œuvre, à raison de la grande difficulté qu'on éprouve à le tailler, et dont il sera bientôt fait mention.

« Le diamant se montre aussi dans l'Inde; on l'y exploite depuis une époque très-reculée. C'est au Deccan, au Bengale, particulièrement dans la contrée de Raolkunda, à cinq journées de l'ancien royaume de Golconde, qu'on l'a d'abord connu. Les plus gros et les plus beaux diamants qui ornent les couronnes royales, viennent de ces localités. On rencontre également cette pierre précieuse dans l'île de Bornéo, ainsi que sur les monts Ourals; mais il s'en faut que ces derniers gisements soient aussi abondants que ceux du Brésil, d'où provient aujourd'hui la presque totalité des diamants qui circulent dans le commerce d'Europe.

« Les anciens connaissaient le diamant. Ignorant l'art de le tailler, ils le montaient dans un état brut, parfois assez éclatant, ce qu'on fait encore souvent dans l'intérieur du Brésil. On recherche, pour cela, ceux qui, à des facettes polies, réunissent une belle couleur et une forme gracieuse; mais il y a loin de cet éclat naturel aux brillants faisceaux de lumière qui jaillissent de cette pierre convenablement taillée. Ce ne fut que vers le milieu du XV^e^ siècle qu'un jeune homme de Bruges, Louis de Berquen, trouva le moyen de vaincre le diamant par le diamant lui-même, c'est-à-dire de le polir en le frottant avec sa propre poussière. C'est de cette époque que date réellement la splendeur de cette gemme. Plus tard, à Bruxelles et à Amsterdam, on imagina des appareils ingénieux pour abréger l'opération de la taille, et, sous une forme nouvelle qui facilitait son jeu de réfraction, le diamant décora les sceptres et les couronnes. Depuis ce temps, il n'a jamais cessé, malgré les caprices de la mode, de dominer en souverain sur toutes les autres pierres fines que l'artiste place quelquefois à côté du diamant, comme des ombres destinées à faire ressortir tout son jet lumineux; car la lumière, en traversant le diamant, s'y réfracte, en ressort décomposée par les facettes de la pierre, et, se répandant en gerbes scintillantes, inonde de ses feux diaprés la surface des autres gemmes (6). »

Les pierres les plus recherchées après les diamants sont les diverses variétés de *corindon* qui prend le nom de *saphir*, quand il est bleu; de *rubis oriental*, quand il est rouge; de *topaze orientale*, quand il est jaune; d'*améthyste orientale*, quand il est violet; d'*émeraude orientale*, quand il est vert. Les corindons viennent surtout de l'Asie méridionale.

Le *spinelle* est généralement rouge, tirant un peu sur le rose. S'il est d'un beau rouge, les lapidaires le nomment *rubis spinelle*, et *rubis balais* s'il a des teintes lie de vin, etc.

(6) Ch. D'ORBIGNY, naturaliste et voyageur.

L'*opale* décompose et réfléchit les rayons lumineux, sous les couleurs de l'arc-en-ciel, d'une manière qui n'appartient qu'à elle, et de l'effet le plus agréable ; aussi cette charmante et magnifique pierre, dont le prix est souvent très-élevé, jouit-elle d'une grande faveur. On l'entoure presque toujours de diamants (Hongrie, Saxe, Mexique).

Le *zircon* ou *hyacinte* employée quand elle est rouge, est de toutes les pierres précieuses celle qui présente la plus forte densité.

Les *grenats* sont de couleurs rougeâtres quelquefois très-belles.

La *turquoise* est une pierre bleue. On en distingue deux espèces : l'une dite *orientale* se trouve en Perse, sous forme de veines ou de petits rognons dans certains terrains ; l'autre dite *occidentale* est d'origine organique et provient de dents ou d'ossements de mammifères ensevelis dans le sein de la terre.

Avant de terminer cet article, disons un mot des produits artificiels qui imitent, avec plus ou moins de perfection, les pierres précieuses dont nous venons de parler. Les rares qualités du diamant lui-même n'ont pu le mettre à l'abri de la contrefaçon. Il y a des diamants en *strass* qui sont très-étincelants aux lumières ; on assure même qu'ils peuvent tromper l'œil des personnes les plus expérimentées; mais cette assertion est évidemment exagérée. D'ailleurs, et tout en faisant la part du mérite de la composition de ce *strass*, il est bien certain que les diamants artificiels n'ont qu'un brillant éphémère ; la moindre poussière les ternit et les raye, tandis que le vrai diamant, le diamant naturel, protégé par son extrême dureté, sauvegarde de son poli et de son éclat, passe sans vieillir à la postérité la plus reculée.

Mais, si l'on n'a pas encore pu produire artificiellement de véritables diamants, il en est autrement quant à la fabrication d'autres gemmes de prix; en effet, une découverte, qui pourrait avoir les plus grands résultats, a été récemment communiquée à l'Académie des sciences : il s'agit de l'exacte et complète reproduction de diverses pierres précieuses. Partant de ce principe que les substances minérales en dissolution dans l'eau cristallisent, le plus souvent, par la lente évaporation de ce ce liquide, à l'aide du même principe et en se servant d'acides volatils à une très-haute température, M. Ebelmen a obtenu des combinaisons cristallines très-intéressantes. Cet habile chimiste a constaté qu'avec un dissolvant énergique, comme l'acide borique, l'acide phosphorique, etc., élevé à une certaine température, on peut dissoudre les éléments minéralogiques qui entrent dans la composition de quelques gemmes, et qu'en exposant ensuite ce mélange liquide pendant deux ou trois jours à l'action d'une chaleur très-intense on obtient, par l'évaporation lente du dissolvant, des combinaisons cristallines. M. Ebelmen a reproduit ainsi des cristaux de *rubis spinelle*, de *corindon* et de *péridot*, ayant tous les caractères physiques et la même composition que l'analyse chimique trouve à ces substances naturelles. Les cristaux ainsi obtenus ne sont, à la vérité, que de la grosseur d'un grain de blé ; mais tout fait présumer qu'en opérant sur des masses, on en obtiendra de plus volumineux.

Qui sait si la reproduction des autres pierres précieuses résistera encore longtemps aux efforts de la chimie, et si l'on ne parviendra pas, un jour, à les fabriquer de toute pièce à l'aide du même principe ? Quoi qu'il en soit, cette belle découverte restera dans les annales de la science, et désormais, quand les géologues disserteront sur l'origine et sur le mode de formation des espèces minérales les plus réfractaires à la chaleur, ils devront avoir présentes à l'esprit les remarquables expériences de M. Ebelmen, et tenir compte de l'intervention possible des dissolvants dont on avait jusqu'ici méconnu l'importance

Quant à ces imitations grossières, qui ne ressemblent que par le nom aux gemmes brillantes mystérieusement élaborées par la force de la nature, elles sont encore bien loin de leurs modèles. On sait que tous ces produits artificiels ne sont que du verre coloré à l'aide de divers oxydes métalliques. Quelques-uns imitent assez bien la nuance et la transparence des pierres fines ; mais n'en ont ni le jeu, ni l'éclat. N'ayant d'ailleurs aucune dureté remarquable, ces cristaux se dépolissent promptement; et bientôt leur éclat blafard ne les

trahit pas moins que la large surface qn'on leur donne, comme si le lapidaire craignait de commettre un faux, en les produisant sous la forme élégante et sous le volume limité des rubis, des émeraudes, des saphirs et des opales, pierres éclatantes, incomparables, que l'œil charmé ne peut se lasser de contempler.

§ V.

Des minerais.

Nous ne pouvons nous étendre ici sur la théorie des gîtes métallifères, sur les indices positifs et négatifs de ces gîtes, sur les travaux de recherches, l'exploitation générale et la métallurgie des métaux usuels. Nous sommes obligé de laisser ce sujet intéressant aux ouvrages spéciaux.

Les métaux connus aujourd'hui sont nombreux : on en compte jusqu'à quarante et un ; plusieurs ne se trouvent à l'état métallique que dans les laboratoires, où l'on ne se les procure qu'avec beaucoup de peine et dans un intérêt purement scientifique. Nous ne parlerons que de ceux qui sont généralement appliqués dans les arts ; et l'ordre dans lequel ces métaux vont être décrits sera celui de leur plus grande utilité, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau suivant, où nous mettons en regard leur poids spécifique et leur point de fusion.

MÉTAUX D'UNE APPLICATION PLUS OU MOINS GÉNÉRALE.	POIDS SPÉCIFIQUE, l'eau distillée et à la température de + 4° étant prise pour unité.	POINT DE FUSION exprimé en degrés du thermomètre centigrade.
1 Fer.	7,7	+ 1,590°
2 Cuivre.	8,8	+ 788
3 Plomb.	1,4	+ 334
4 Etain.	7,2	+ 228
5 Zinc.	7,2	+ 412
6 Mercure.	13,5	— 39
7 Argent.	10,4	+ 1,000
8 Or.	19,2	+ 1,100
9 Platine.	21,5	n'est fusible qu'au chalum. à gaz hyd. et ox.
10 Antimoine.	6,7	+ 430
11 Bismuth.	9,8	+ 247
12 Arsenic.	5,7	Se volat. vers 300° sans passer par l'état liquide.
13 Cobalt.	8,6	? très-difficile à fondre.
14 Manganèse.	7,5	? *idem.*
15 Chrome.	5,9	? *idem.*
16 Nickel.	8,3	? *idem.*

N. B. Le signe + veut dire *plus*, c'est-à-dire au-dessus de zéro ; et le signe — veut dire *moins*, c'est-à-dire au-dessous de zéro. Le signe ? marque l'incertitude.

Minerais de fer. — Le fer ne paraît pas avoir été trouvé jusqu'ici à l'état natif, excepté dans les aérolithes ou pierres tombées du ciel. Il ne peut s'extraire avec avantage que des oxydes ou des carbonates de fer. Ce sont ces substances qu'on appelle minerais de fer. Les principaux sont :

Le fer oxydulé ;
Le fer oligiste ;
Le fer hydraté ;
Le fer carbonaté,

Le *fer oxydulé* ou *aimant*, le plus riche des minerais de fer, est simplement une combinaison de fer et d'oxygène renfermant jusqu'à 72 pour 100 de métal. On le trouve en filons exclusivement dans les anciens terrains de cristallisation (Suède, Sibérie). Il sert à fabriquer les aciers de première qualité.

Le *fer oligiste* ou *peroxyde de fer* est plus oxygéné que le précédent. Il se trouve aussi

dans les terrains primitifs ou dans les anciens terrains sédimentaires; dans ce dernier cas, il est presque toujours terreux et prend le nom d'*hématite rouge* (île d'Elbe, Suède, Brésil). Il peut être regardé comme le principe colorant des matières rouges ou rougeâtres qui abondent dans l'écorce terrestre.

Le *fer hydraté* ou *limonite* se compose de fer, d'oxygène et d'eau, sa poussière est toujours jaune. Il se montre dans les dépôts les plus modernes. Exploité en Normandie, en Bourgogne, en Lorraine, en Franche-Comté, etc.

Le *fer carbonaté* ou *sidérose* est une combinaison d'oxyde de fer et d'acide carbonique. Il est très-commun en Angleterre dans les grès houillers et dans les couches de houille elles-mêmes. Nous ne pouvons entrer dans aucun détail sur les deux méthodes d'exploitation, la *catalane* et celle dite des *hauts fourneaux*.

Le fer est un des plus beaux présents que la nature ait faits à l'homme, et l'abondance avec laquelle elle l'a répandu atteste la juste répartition de ses bienfaits.

Le fer est, sans contredit, le plus utile des métaux; il surpasse tous les autres en dureté et en ténacité; sa puissance de résistance est si grande, qu'un fil de fer de 2 millimètres de diamètre exige, pour se rompre, un poids de 249 kilogrammes. On sait que le fer, chauffé à blanc, se pétrit, en quelque sorte, sur l'enclume et prend toutes les formes, avantage précieux que n'ont pas la plupart des autres métaux. On peut juger de l'industrie d'une nation par la quantité de fer qu'elle consomme et par le degré de perfection avec lequel elle le travaille. En effet, il n'est pas de machines dont la construction ne soit en grande partie fondée sur l'emploi du fer. Tous nos instruments tranchants, sciants, limants, perforants et contondants, indispensables agents de l'industrie, sont fabriqués en fer. La médecine a trouvé, dans les combinaisons de ce métal, plusieurs médicaments utiles; la peinture, de très-bonnes couleurs; enfin, pour terminer par une de ses principales et de ses plus fécondes applications, citons les chemins de fer, au moyen desquels les hommes ont réussi à donner à leurs chariots une vitesse extrême, résultat immense de la plus haute portée, destiné non-seulement à augmenter le bien-être matériel des peuples, mais à augmenter aussi la somme de leur bonheur moral, en leur facilitant les moyens de se connaître et de fraterniser!

Remarquons, en passant, que le fer, ce métal si humble sous le rapport de la valeur intrinsèque, joue, en Europe, un rôle très-important dans la richesse sociale; tandis que les métaux précieux, comme l'or et l'argent, n'y figurent comparativement que pour des sommes minimes. Cette simple observation peut donner une idée de l'énorme quantité de fer qu'on retire annuellement des entrailles de la terre. On pourrait, à la rigueur, se passer des autres métaux; mais jamais du fer, sous peine de retomber à peu près dans l'état de barbarie.

Minerais de cuivre. — Le *cuivre* se trouve à *l'état natif;* aussi ce métal fut-il un de ceux que les hommes utilisèrent dès la plus haute antiquité. On a découvert, il y a peu d'années, des gîtes de cuivre sur les rives méridionales du lac supérieur (Etats-Unis), exploités par plus de cent quarante compagnies. Ce métal y est disséminé en veines, en nodules et en masses quelquefois de plus de 500 kilogrammes.

Ses principales combinaisons sont les cuivres sulfurés et les cuivres carbonatés.

Les *cuivres sulfurés*, c'est-à-dire combinés au soufre, sont les plus importants. Les variétés sont le *cuivre pyriteux*, le *cuivre vitreux*, le *cuivre gris* ou *panobase* (Saxe, Angleterre).

Le *cuivre carbonaté* présente deux principales espèces : la *malachite* (verte) et l'*ozarite* (bleue).

Le cuivre pur sert à fabriquer des chaudières, des alambics, et une multitude de vases domestiques. Malheureusement le contact prolongé de liqueurs acidulées, ou de corps gras, oxyde facilement ce métal, et donne naissance à un poison très-actif nommé *vert-de-*

gris. Aussi, dans certaines contrées, notamment en Suède, le cuivre a-t-il été banni des foyers domestiques.

Le cuivre constitue une grande partie de la monnaie de billon; on en consomme une énorme quantité pour doubler et cheviller les navires de long cours; mais les services qu'on en retire, alors qu'il est pur, sont très-limités comparativement à ceux qu'il nous rend sous forme d'alliages, combinaisons métalliques qui forment, pour ainsi dire, de nouveaux métaux. Allié à l'étain, le cuivre produit le *bronze*, avec lequel on fabrique les cloches, les canons, les statues, etc.; combiné avec le zinc, il constitue le *laiton*, ou cuivre jaune, d'une application si générale et si variée. Le *maillechort* dont la blancheur et l'éclat argentin se prêtent à la confection d'objets culinaires, n'est autre chose qu'un alliage de cuivre, de zinc et de nickel, dans des proportions convenables. Le cuivre entre pour un dixième dans la composition de nos monnaies d'or et d'argent, auxquelles il communique assez de dureté pour leur permettre de garder longtemps la forme qu'on leur donne. A ces applications du cuivre, il faut encore ajouter celles qui résultent de ses composés salins, comme le *sulfate de cuivre* ou *vitriol bleu* du commerce, si précieux pour la fabrication des teintures, etc., et qui sous le nom de *magistral* joue un si grand rôle dans le traitement des minerais d'argent par la méthode américaine. Enfin, au contact de certains acides, le cuivre donne naissance à de belles couleurs vertes, utilisées pour la peinture.

Comme pour le fer, l'Angleterre est au premier rang pour la production du cuivre. La France sous ce rapport, est d'une extrême pauvreté.

Minerais de plomb. — On n'en connaît qu'un seul; c'est le *plomb sulfuré*, connu sous le nom de *galène*, qui se compose de 87 parties de plomb et de 13 de cuivre. Il se présente en filons dans les anciennes roches de cristallisation comme dans les anciennes roches sédimentaires, gneiss, etc.

Les propriétés qui font rechercher le plomb sont sa grande fusibilité, sa malléabilité, et, dans quelques circonstances, sa pesanteur. Ce métal a une ténacité très-faible; sa couleur, d'un gris assez éclatant, se ternit promptement à l'air. Il entre facilement en fusion, et se volatilise à une haute température. On sait que, dans l'espérance de transformer le plomb en argent, les alchimistes l'ont soumis à une foule d'épreuves qui, au moins, ont eu pour résultat de nous en bien faire connaître les propriétés; aussi est-ce un des métaux les plus connus et les plus estimés.

Le plomb laminé sert à couvrir des édifices, à faire des bassins, des conduits de toute grandeur; converti en feuilles plus minces, on l'emploie, comme le papier, pour envelopper certains produits d'une altération facile. Aujourd'hui on l'étire en fils, qui sont très-commodes en horticulture pour attacher les espaliers, etc. La densité du plomb le rend très-propre à servir de projectile; car toute proportion gardée, la résistance de l'air étant en raison de la surface du corps en mouvement, une masse de plomb éprouve bien moins de résistance de la part de l'air que n'en éprouverait toute autre matière spécifiquement moins pesante; aussi est-ce avec le plomb que se font les balles et les grenailles. Allié à l'étain, le plomb forme la soudure des plombiers et des ferblantiers. A l'état de combinaison, et sous divers noms qui en masquent la présence, ce métal rend encore un grand nombre de services : ainsi la *céruse*, le plus beau blanc que possède la peinture, et qu'on fabrique en grand à Clichy, n'est qu'un carbonate de plomb. A l'état d'oxyde, le plomb donne le *minium*, qui entre pour plus de moitié dans la composition du verre de cristal. Avec une moindre proportion d'oxygène, il produit la litharge, dont l'usage est si commun dans les arts. On en fait surtout un grand usage en peinture, parce qu'elle épaissit et rend siccatives les huiles de lin, de noix, d'œillette ou de graines de pavots. Autrefois les vins acides étaient adoucis avec de la litharge; mais cette criminelle fraude a cessé depuis qu'on connaît le danger de pareilles boissons.

L'emploi le plus intéressant du plomb est celui qui a pour objet la confection des carac-

tères d'imprimerie. C'est avec un alliage de quatre parties de plomb et d'une d'antimoine qu'on moule ces caractères qui ont déjà tant fait pour l'humanité, et qui feront plus encore en répandant, nous l'espérons, dans toutes les classes et chez tous les peuples, les bienfaits de la civilisation; en sorte que, si d'un côté le plomb, converti en balles, décide violemment du sort des nations pendant la guerre, il est, comme on le voit, heureusement appelé, sous une autre forme, à exercer une influence plus considérable encore par la propagation de la pensée.

La France est pauvre en plomb. L'Angleterre et l'Espagne en exportent une très-grande quantité.

Minerais d'étain. — Le seul minerai d'étain qui soit l'objet de sérieuses exploitations, est l'*étain oxydé* ou *cassitérite* qui se trouve dans les anciens terrains de cristallisation et donne 79 pour 100 d'étain (Angleterre, Indes orientales, etc.).

Les usages de l'étain sont nombreux et intéressants : on en fabrique un grand nombre d'ustensiles précieux pour la campagne. La vaisselle d'étain a été longtemps en honneur, et on la rencontre encore dans certaines contrées qui tiennent aux vieilles habitudes. L'étain est fréquemment employé pour l'étamage de la plupart des vases de cuivre; il sert à la fabrication du fer-blanc, qui n'est autre chose que du fer laminé recouvert d'une pellicule d'étain. Le moiré qu'on obtient sur ce fer étamé est produit par la cristallisation de l'étain, mise en évidence aussitôt qu'on lave le fer-blanc avec une liqueur acidulée; car la pellicule d'étain de la surface entrant alors en dissolution laisse à nu la couche inférieure qui se montre avec une belle apparence cristalline et chatoyante. Lorsqu'on veut avoir de beaux cristaux, il faut, en étamant, laisser lentement refroidir l'étain; un résultat contraire s'obtient quand on fait refroidir promptement; car alors la cristallisation, gênée dans sa principale condition, ne donne plus que des cristaux croisés et petits, que fait également ressortir un lavage à l'eau acidulée (mélange d'eau, d'acide azotique et d'acide chlorhydrique). On a longtemps tiré parti de ce secret pour l'exploiter avec profit, et le moiré avait d'autant plus de vogue, qu'on le couvrait de vernis colorés qui lui donnaient un aspect chatoyant plus séduisant encore.

L'étain entre dans la composition de la soudure des plombiers et des ferblantiers; allié au cuivre, il forme le *bronze*, et combiné avec le mercure, il sert à la fabrication des glaces. Il fournit à la teinture de très-vives couleurs; enfin sa malléabilité permet d'en faire des feuilles minces, propres à garantir du contact de l'air divers objets et divers comestibles.

Cet utile métal est loin d'être abondant : à l'exception des mines d'Angleterre, qui en produisent une assez grande quantité, on ne cite guère en Europe que celles de la Saxe et de la Bohême dont les exploitations soient lucratives.

Minerais de zinc. — Le zinc se trouve en abondance à l'état de carbonate, de silicate et de sulfure. Ces minerais sont assez communs dans les filons métallifères. (Belgique, Silésie, Angleterre, etc.)

La découverte du zinc ne date que du XVI^e^ siècle.

Autrefois le zinc n'était employé que pour la fabrication du *laiton* (alliage de zinc et de cuivre); mais, depuis quelques années, l'emploi de ce métal a pris parmi nous un développement considérable, surtout depuis qu'on est parvenu à laminer le zinc; car, sous forme de feuilles, il remplace avec avantage, dans un grand nombre de cas, les feuilles de plomb, de cuivre et de fer-blanc. On s'en sert pour couvrir des édifices, pour le doublage de quelques navires de commerce; on en fait un très-grand nombre d'ustensiles domestiques, et une foule d'objets de décoration; mais la facilité avec laquelle le zinc est attaqué par les acides les plus faibles doit en faire repousser l'usage pour la cuisson de certains aliments, car les sels qu'il forme sont dangereux pour l'économie animale. Les propriétés du zinc le rendent précieux pour des expériences scientifiques : il constitue l'un des éléments de la pile de Volta, instrument qui a exercé une grande influence en physique et en chimie. Au-

jourd'hui on recouvre de zinc une foule d'objets en fer, tels que chaînes, treillis, outils de jardinage, etc., ce qui les préserve de la rouille ou, en d'autres termes, de l'oxydation.

L'oxyde de zinc ou *blanc de zinc* vient récemment d'être substitué à l'oxyde de plomb pour toutes les couleurs dont la céruse est la base. Cette application, introduite dans l'industrie par M. Leclaire, est reconnue chaque jour plus utile, car le blanc de zinc ne paraît pas exercer, comme la céruse, une action délétère sur la santé des ouvriers. Des chiens ont été frottés, à différentes reprises, les uns avec une pommade contenant de l'oxyde de plomb, les autres avec une pommade contenant de l'oxyde de zinc : les premiers sont morts au bout d'un mois, les seconds n'ont ressenti aucun effet.

Minerais de mercure. — Le principal minerai de mercure est le *cinabre* ou *mercure sulfuré*, d'une belle couleur rouge (86 parties de mercure et 14 de soufre). Il se trouve principalement en filons ou en veines dans les terrains de cristallisation ou de transition. Il est assez peu répandu (Almaden, en Espagne; Idria, en Illyrie).

Les exhalaisons du mercure sont dangereuses pour l'économie animale. Ce sont ordinairement des condamnés qui travaillent aux mines de mercure, et l'existence si courte de ces malheureux est rendue affreuse par le continuel dépérissement de leur santé. Ailleurs, dans les ateliers où l'on emploie le mercure, les ouvriers sont plus ou moins victimes des vapeurs délétères qui résultent de cet emploi.

Le mercure se distingue de tous les autres métaux par sa fluidité constante dans nos climats. Sa couleur, d'un éclat argentin un peu bleuâtre, et la mobilité qu'il affecte sur une feuille de papier qu'on tient à la main lui ont valu le nom vulgaire de *vif-argent*. Il est doué de la propriété de dissoudre l'or, l'argent et le cuivre. Il se solidifie, par un grand abaissement de température, à 40° au-dessous de zéro; et, ce qu'il y a de singulier, c'est qu'en cet état il produit sur nos organes la même sensation qu'un corps très-chaud : au moins est-ce l'effet qu'on ressent lorsque, après l'avoir solidifié à l'aide de réfrigérants, on le met un instant dans le creux de la main. Cette sensation va jusqu'à désorganiser la peau.

La liquidité, la pesanteur, l'éclat, la dilatibilité, et surtout la tendance du mercure à s'unir à quelques métaux pour former des alliages que l'on nomme *amalgames*, sont autant de qualités précieuses qui le rendent très-utile. On l'emploie dans la confection des thermomètres, si nécessaires pour apprécier le degré de température, et dans celle des baromètres destinés à mesurer la pression qu'exerce l'atmosphère à tel ou tel niveau, et qui annoncent, avec plus ou moins d'exactitude, la variation du temps.

La facilité avec laquelle le mercure dissout l'or et l'argent est mise à profit pour isoler ces deux métaux précieux, quand ils sont associés à d'autres matières. Amalgamé à l'argent, il sert aux dentistes pour plomber les dents cariées. Le mercure n'absorbant pas, comme l'eau, les gaz avec lesquels il est en contact, on s'en sert dans les laboratoires de chimie pour recueillir et mesurer les différents gaz. Uni à l'étain, le mercure constitue l'étamage des glaces; combiné au soufre et broyé, il fournit une poudre d'un rouge très-vif qu'on emploie dans les arts sous le nom de *vermillon*. La plus grande partie du mercure que produit l'Europe passe en Amérique pour y être employée au traitement des minerais argentifères et aurifères par le procédé d'amalgamation.

Minerais d'argent. — On compte quatre minerais argentifères : l'argent *natif*, l'argent *sulfuré*, l'argent *antimonié sulfuré*, et l'argent *chloruré*.

A l'*état natif*, l'argent se présente ou sous forme dendritique, et dans quelques alluvions en pépites et même en masses volumineuses. Les mines du Pérou en ont fourni des blocs de quarante, soixante et cent kilogrammes.

L'argent *sulfuré* ou *argyrose* est le minerai argentifère le plus riche et le plus abondant. En filons et en amas dans les terrains de transition fracturés (Hongrie, Norwége, et surtout le Mexique et le Pérou).

L'argent *antimonié sulfuré*, ou *argent rouge*, forme en Amérique une partie importante de certains dépôts qui sont la source de produits considérables.

L'argent *chloruré* ou *argent corné*, d'une consistance analogue à celle de la cire, est très-abondant au Mexique et au Pérou.

L'argent pur est sonore et d'un blanc très-éclatant. Il perd son éclat au contact de l'hydrogène sulfuré ; il en est de même au contact des œufs, car les œufs contiennent un peu de soufre qui se combine avec l'argent. L'argent est difficilement attaquable par les acides organiques, et c'est sur cette propriété qu'en est basé l'emploi dans l'économie domestique. Après l'or, c'est le plus malléable et le plus ductile de tous les métaux : on peut le réduire en feuilles extrêmement minces, et l'étirer en fils très-déliés.

La beauté et l'inaltérabilité de l'argent l'ont, de tout temps, fait rechercher : aujourd'hui encore on en fait toutes sortes de vases et d'ornements précieux. Le principal usage de l'argent est de servir de signe représentatif de la richesse sociale et de la valeur de tous les produits. L'alliage de neuf parties d'argent et d'une partie de cuivre est celui que la France a déterminé pour la confection de ses monnaies d'argent. Employé dans l'orfévrerie, l'argent est également combiné avec le cuivre à deux titres différents et suivant des proportions déterminées par la loi. Le but qu'on se propose en alliant à l'argent une petite quantité de cuivre, est d'en augmenter la dureté et la consistance ; car, pur, ce métal ne conserverait pas longtemps le modelé des formes délicates. Réduit en pellicules d'une ténuité extrême, l'argent s'applique à froid sur différents objets ; uni au mercure il s'étend à chaud à la surface des autres métaux.

Mais l'art d'argenter et de dorer sur métal a reçu depuis quelques années un immense développement. C'est maintenant par le *procédé électro-chimique* qu'on applique à volonté l'or et l'argent sur des objets façonnés avec des métaux moins cher et plus tenaces. Cette remarquable découverte, due à MM. de Ruolz et Elkington, met, pour ainsi dire, l'usage des métaux précieux à la portée de tous. L'argent rend encore d'autres services, mais d'une tout autre nature : combiné avec l'acide azotique, on l'emploie en chirurgie pour brûler certaines excroissances charnues, ce qui lui a valu le nom de *pierre infernale ;* enfin, diverses combinaisons argentifères entrent dans la fabrication des poudres fulminantes.

Nous ne possédons en France qu'un très-petit nombre de mines d'argent : les plus importantes sont celles de Huelgoat et de Poullaouen, dans le département du Finistère, et, bien qu'elles soient dans un état de prospérité, leur production est fort limitée. L'Autriche, la Russie, la Suède et la Saxe produisent la presque totalité de l'argent qu'on retire en Europe, production bien minime, comparativement à celle du Mexique, du Pérou, de Buenos-Ayres, du Chili, etc. C'est donc de l'Amérique que vient la plus grande partie de l'argent qui circule dans le commerce. Le kilogramme d'argent vaut environ 222 francs.

Minerais d'or. — L'or ne se trouve, pour ainsi dire, qu'à l'état *natif*, en petits cristaux ou en *pépites*. Toutefois il est fréquemment allié à une faible quantité d'argent. Ce n'est pas ordinairement dans les gisements originaires, les roches quartzeuses du terrain primitif, qu'on recherche ce métal, mais dans les terrains d'alluvion formés aux dépens de la destruction des gîtes primitifs (Brésil, Colombie, Mexique, Haute-Californie, Monts Ourals en Sibérie). Voici le mode d'exploitation au Brésil, suivant M. Ch. d'Orbigny :

« Le premier soin à prendre quand on veut exploiter ces alluvions aurifères, provenant évidemment de la destruction de gîtes originaires, consiste à détourner un petit cours d'eau et à le faire arriver sur un point qui domine le dépôt aurifère qu'on se propose de laver. Cette disposition obtenue, on taille dans le sol de larges gradins en forme d'escalier, au bas duquel on pratique une fosse de dimension variable. Puis les laveurs sont placés de distance en distance sur les gradins ; et à mesure que l'eau coule en petites cascades sur ces gradins, ils remuent la terre avec des pioches. Peu à peu, le sédiment se convertit en une boue liquide que le courant entraîne ; mais au pied de l'escarpement, se trouve la fosse où viennent se déposer tous les sables denses et ferrugineux, parmi lesquels se trouve naturellement l'or. En continuant cette opération pendant quelques jours, et en ayant soin de

rejeter les cailloux, le minerai devient assez concentré pour être soumis à d'autres préparations mécaniques.

« Ainsi réduit, le minerai, ou *cascalho*, comme l'appellent les habitants du pays, est transporté sous une autre chute d'eau, où il subit un nouveau lavage analogue au premier, mais exécuté avec plus de soin. On prend ici les précautions les plus minutieuses pour arrêter une partie des paillettes d'or qui, à raison de leur grande ténuité, sont susceptibles d'être entraînées par l'eau. A cet effet, on dispose, dans la partie inférieure du lavoir, des peaux de bœufs dont le poil est tourné à l'encontre du courant. Ces peaux, lavées de temps à autre, rendent toujours une certaine quantité de paillettes microscopiques. Lorsque ce second lavage a convenablement réduit le minerai, on retire celui-ci du lavoir et l'on procède à la dernière opération, qui a pour but d'isoler l'or.

« Chaque laveur prend dans sa sébile environ quatre ou cinq kilogrammes de cascalho concentré, fait entrer l'eau dans ce vase, qu'il tient de la main gauche et auquel il imprime un mouvement giratoire, en même temps qu'il remue le cascalho avec la main droite, de manière à le tenir en suspension dans l'eau. L'or se précipite au fond, par le seul fait de sa grande densité, tandis que les substances légères sont peu à peu adroitement rejetées dans le lavoir. En continuant ainsi, il ne reste bientôt plus dans la sébile que des parcelles d'or et des grains pulvérulents de fer oxydulé qu'on fait tomber dans un vase destiné à les recevoir. A la fin de la journée, rien n'est plus simple et plus facile que la séparation des sables ferrugineux de l'or successivement ainsi accumulé, soit avec la main, quand le mélange est bien sec, soit en y promenant un aimant, qui s'empare du fer oxydulé. Telle est la méthode usitée dans la presque totalité des exploitations aurifères du Brésil.

« La province de Minas-Geraes présente une surface presque égale à celle de la France entière; et malgré cette grande étendue, la dispersion de l'or y est telle, que tous les cours d'eau, grands ou petits, en charrient des paillettes et quelquefois des pépites. C'est un fait certain que nous avons eu occasion de constater en parcourant cette contrée dans tous les sens. Il est vrai que cette richesse n'est pas très-considérable, mais elle est presque partout suffisante pour que les esclaves aient intérêt à s'occuper du lavage aurifère le dimanche, jour où ils peuvent disposer du fruit de leur travail. »

Quant aux gisements de la Californie, qui sont incomparablement plus riches que ceux du Brésil, c'est dans les grandes vallées du *Sacramento* et du *San Joaquim*, comprises dans la *Sierra Nevada* et les montagnes de la côte, qu'on a principalement exploité jusqu'ici les sables aurifères. Ces vallées, sillonnées par une multitude de petits cours d'eau, embrassent une étendue de plus de deux cents lieues de long sur vingt de large; et partout on y trouve des paillettes d'or. Les riches sédiments aurifères se rencontrent à une faible profondeur, surtout au pied des collines, dans les gorges resserrées, autour des blocs de rochers sur lesquels ont passé d'anciens torrents. Ces sédiments, formés de débris arrachés et charriés sans doute de la Sierra Nevada, lors du grand cataclysme diluvien, sont en partie recouverts par les détritus des alluvions modernes.

Le lavage des minerais d'or, en Californie, s'exécute à peu près comme au Brésil, peut-être même avec moins de soin; car, lorsque les gîtes sont très-riches, on néglige toujours les précautions qui entraînent des lenteurs. Ce fait se reproduit souvent dans l'exploitation de l'or et du diamant, et il explique très-bien pourquoi les riches sédiments, exploités avec trop de précipitation, sont soumis à des lavages subséquents aussitôt que la bonne veine est épuisée.

On distingue en Californie deux sortes de mines : les unes, qu'on nomme *wet-diggings* (mines humides), ne sont guère exploitables que six mois de l'année; elles se trouvent dans les vallées, les bas-fonds, à proximité des cours d'eau, des lacs; les autres, *dry-diggings* (mines sèches) sont dans les régions élevées, à l'abri des inondations des cours d'eau actuels. Dans l'un et l'autre cas, on pratique des excavations de un mètre, deux ou trois

mètres de profondeur : c'est ordinairement à ce niveau, sur le roc vif, que se trouve le métal précieux dans un sédiment quartzeux que l'on soumet au lavage. Quelques mineurs, plus experts ou plus hardis, recherchent les gîtes originaires dans les roches quartzeuses qui leur servent de gangue, et qu'ils font voler en éclats à l'aide de pétards. Cette exploitation, dans ce pays désert et malsain, entraîne beaucoup de peines, de fatigues, de tribulations de tout genre; beaucoup de malheureux y succombent avant d'avoir aperçu une parcelle d'or, mais en revanche quelques-uns s'enrichissent en peu de jours.

Jusqu'à présent, on peut dire que l'art du mineur et surtout la science du géologue, si utiles dans les exploitations, n'ont pas pénétré en Californie. Les Américains en sont encore aux hypothèses sur la véritable étendue et sur la richesse de leurs mines aurifères. Peut-être le versant oriental de la Sierra Nevada possède-t-il des trésors inconnus. Quoi qu'il en soit, en s'en tenant à l'exploitation des gîtes connus, l'extraction de l'or est telle dans ce pays, qu'on l'évalue annuellement à plus de 200 millions de francs (le relevé officiel de l'or extrait en 1850 s'élève à 35 millions de dollars). Si l'on réfléchit au nombre chaque jour croissant des laveurs qui arrivent de toutes parts, aux découvertes probables de nouveaux *placers*, à l'emploi probable de machines et de méthodes d'extraction plus expéditives que celles dont on se sert maintenant, on ne sera pas éloigné d'admettre que la production de l'or, dans cette partie du nouveau monde, est susceptible de s'accroître annuellement dans des proportions considérables, comme cela est successivement arrivé aux dépôts aurifères des monts Ourals, exploités par les Russes.

L'or, comme on le sait, et très-dense, très-brillant est d'une belle couleur jaune. Il a environ quinze fois plus de valeur que l'argent; mais, à quelques exceptions près, il est aussi quinze fois plus difficile à recueillir. Son inaltérabilité est remarquable : les acides azotique et sulfurique ne l'attaquent pas. On parvient seulement à le dissoudre dans l'eau régale (mélange d'acide azotique et d'acide chlorhydrique) et alors cette liqueur prend une belle couleur jaune. L'or est le plus ductile et le plus malléable de tous les métaux; on peut le réduire en feuilles si minces, que le moindre souffle suffit pour les enlever. Sa grande malléabilité est très-utile dans les arts; car elle permet de l'employer en dorure par couches extrêmement minces. Il peut se combiner avec un grand nombre de métaux; mais on ne l'allie guère qu'au cuivre et à l'argent.

Les remarquables qualités de l'or l'ont fait rechercher de tout temps pour la confection des vases et des bijoux de prix. Presque toujours il a été, conjointement avec l'argent, le signe représentatif de la richesse publique. Employé dans la monnaie française, l'or reçoit, comme l'argent, un dixième de cuivre, qui lui communique de la dureté; les objets d'orfévrerie et de bijouterie en reçoivent aussi à deux titres différents fixés par la loi, et c'est à cette addition de cuivre que l'or doit la faculté de pouvoir être finement travaillé. Ce métal est employé dans la dorure par différents procédés : on dore sur bois, sur porcelaine, sur papier, etc., et sur métaux par la méthode électro-chimique. Enfin, diverses préparations d'or sont fréquemment mises en œuvre dans les arts.

Pour apprécier les titres des alliages d'or, titres et alliages qui varient d'un pays à l'autre, on se sert habituellement d'une pierre noire, en partie siliceuse (*pierre de touche*), sur laquelle on frotte l'alliage à essayer de manière à y laisser une trace métallique. On passe ensuite sur cette trace un peu d'acide azotique (*eau forte*), sans aucune action sur l'or, mais dissolvant tous les autres métaux qui s'y trouvent; en sorte qu'on peut approximativement reconnaître, à l'affaiblissement qu'a subi la trace métallique, la valeur de l'alliage soumis à l'opération. Ce moyen, qu'emploient les orfévres, exige une certaine habitude pour comparer les résultats obtenus à ceux que fournissent, de la même manière, des morceaux d'alliage de titres connus, et qu'on nomme *touchaux*.

Si l'on considère qu'on extrait, chaque année, une quantité d'or et d'argent dépassant de beaucoup celle qui se consomme, il semble qu'on soit en droit de conclure que la valeur de ces deux métaux, comparée à la valeur du travail et des produits agricoles, doit dimi-

nuer graduellement au fur et à mesure que leur masse s'augmente. Il y a trois siècles que l'Amérique, en donnant à l'Europe des mines plus riches et plus faciles à exploiter, détermina brusquement une dépréciation analogue; il en est résulté que divers produits, tels que les produits agricoles, par exemple, sont plus chers aujourd'hui qu'autrefois; et cette augmentation considérable dans le prix des denrées, et conséquemment de la main-d'œuvre, serait bien plus grande encore sans le perfectionnement des arts et de l'agriculture, qui tend vers un but contraire en simplifiant les moyens de production. Aujourd'hui même, si, par une cause quelconque, les frais d'extraction de l'or et de l'argent étaient subitement abaissés de moitié, nous verrions se reproduire un résultat analogue à celui qui bouleversa le monde financier, il y a trois siècles; seulement la crise serait moins violente, parce que la masse de métaux précieux que possède l'ancien continent étant, à présent, très-grande, l'influence d'une quantité, même considérable, jetée sur le marché, serait plus lente à se faire sentir; mais elle produirait assurément une perturbation dans la fortune des Etats et des particuliers détenteurs des métaux précieux.

Eh bien! pour l'argent, un tel résultat ne tient qu'à la découverte de riches gisements de mercure en Amérique; car, avec le mercure à vil prix, les mines argentifères du nouveau monde pourraient facilement doubler et tripler leur production annuelle.

Quant à l'or, la diminution de la valeur réelle de ce métal est à peu près certaine, si les produits de la Californie viennent à s'accroître, comme on est fondé à le penser. On sait positivement aujourd'hui que les sables aurifères de ce pays dépassent, par leur richesse, tout ce qu'on avait osé rêver dans les plus riches gisements de l'Amérique méridionale. Des villages, des villes mêmes, ont été subitement élevés et peuplés dans des lieux autrefois déserts. Des rivières, naguères inconnues, sont maintenant sillonnées en tous sens par de nombreux bateaux à vapeur. De toutes parts des navires arment pour la Californie, tant les populations se précipitent avec entraînement vers ce nouvel Eldorado. Sans doute, plus d'un individu n'y trouvera que regrets et déceptions; car, dans la recherche des minéraux précieux, le nombre des laveurs heureux représente bien plus l'exception que la règle; mais, tout en faisant la part de l'exagération, on ne saurait douter que les sédiments aurifères de la Californie ne soient les plus riches gisements découverts jusqu'à ce jour; et si leur étendue est telle qu'on l'annonce, la dépréciation de la valeur de l'or qui en résultera sera surtout fatale au pays dont la monnaie est en grande partie fabriquée avec ce métal, comme, par exemple, l'Angleterre.

Toutefois, cette dépréciation, si elle se réalise, ne saurait être que lente et graduelle, car, à mesure qu'elle se fera sentir, elle aura pour conséquence inévitable de faire abandonner successivement, dans presque toutes les parties du globe, l'exploitation des gîtes aurifères dont le rendement est médiocre; en sorte que la grande production d'une contrée suspendra, en partie, la production des autres contrées.

Nous finirons cet article, qui termine la série des métaux usuels, en donnant l'évaluation la plus récente de la production de ces métaux, telle qu'elle a été publiée par M. A. Burat, dans son excellente *Géologie appliquée à la recherche et à l'exploitation des minéraux utiles*. — « Les États de l'Europe, dit cet habile géologue, ont été classés ainsi qu'il suit, d'après l'évaluation de leurs produits en métaux bruts. La Russie, qui est en seconde ligne, ne viendrait qu'après l'Autriche, si l'on retranchait les produits de ses lavages d'or situés en Asie. »

Angleterre,	440 millions de francs.
Russie et Pologne,	135
France,	132
Autriche,	67
Confédération germanique,	62
Espagne,	54
Suède et Norvége,	54
Prusse,	49
A reporter.	993

Report.	993
Belgique,	40
Toscane,	15
Piémont et Savoie,	11
Danemark,	9
Total	1,068

« Si l'on détaille actuellement ces valeurs, dont le total s'élève à plus d'un milliard, on reconnaît qu'il y a des États qui produisent à eux seuls la presque totalité de certains métaux (7).

	ÉTAIN.	CUIVRE.	MERCURE.	ZINC.	PLOMB.	ARGENT.	OR.	FER ET FONTE moulée.
	quint. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	marcs (8).	marcs.	quint. mét.
Iles Britanniques.	40,000	250,000	»	25,000	500,000	26,000	»	14,000,000
Russie.	»	38,000	»	30,000	25,000	90,000	25'000	1,150,000
France.	»	1,000	»	»	4,700	8,000	»	3,700,000
Autriche.	600	25,000	3,000	5,000	35,000	340,000	5,500	1,500,000
Zolverein ou Allemagne sept.	3,500	15,000	»	180,000	95,000	150,000	120	1,800,000
Suède et Norwége.	700	18,000	»	»	600	40,000	20	850,000
Belgique.	»	»	»	75,000	50,000	»	»	880,000
Espagne.	»	50,000	22,000	2,000	450,000	160,000	»	250,000
Etats sardes.	»	»	»	»	2,000	1,200	40	90,000
Toscane, île d'Elbe.	»	4,000	100	»	»	»	»	100,000

« La production des autres parties du monde n'est connue qu'autant qu'elles sont liées par des rapports commerciaux avec l'Europe. Les exploitations des Amériques, par exemple, fournissent les $\frac{11}{12}$ de l'or et de l'argent extraits annuellement; le Pérou produit la plus grande partie du platine employé dans les arts; le Chili et le Mexique fournissent une quantité de mercure assez notable pour que l'importation européenne (pour le traitement des minerais d'argent) ait subi une diminution sensible. Mais, dans les riches contrées de l'Asie, la production suffit en grande partie à la consommation locale, sans que nous en connaissions les moyens. La Chine fabrique abondamment le fer et le cuivre. Banca et Malacca, dans les Indes, exportent une quantité d'étain évaluée au double de la production européenne

« Le tableau suivant donnera une idée de la répartition et de la production des mines d'or et d'argent exploitées actuellement. » Il y manque les produits de la Californie dont le chiffre considérable n'était pas encore connu lorsque ce tableau a été publié par M. Burat.

		ARGENT. marcs.	OR. marcs.
AMÉRIQUES.	Brésil,	»	22,000
	Mexique,	2,196,000	16,000
	Pérou,	600,000	4,000
	Buénos-Ayres,	525,000	2,000
	Chili,	250,000	11,500
	Colombie,	1,200	18,000
	Etats-Unis (Californie non comprise),	130,000	10,000
ASIE, non compris la Russie.	Thibet,	?	15,000
	Archipel indien,	?	5,000
AFRIQUE.	Côtes méridionales	?	16,000

Minerais de platine. — Le platine *natif* contient toujours environ 20 pour 100 de métaux étrangers, fer, rhodium, iridium, palladium, osmium et cuivre. Il se trouve, comme l'or, en grains ou en pépites, dans les alluvions anciennes (Pérou, Colombie, Brésil, Bornéo, monts Ourals). Le platine est d'un gris d'acier, très-brillant, très-ductile et très-malléable; il a des qualités que nul autre métal ne possède, comme d'être inaltérable au suprême degré, et de résister, sans se fondre, au feu le plus violent de nos fourneaux;

(7) Les chiffres présentés dans ce tableau ont été rectifiés d'après l'excellente statistique publiée par M. Reden.

(8) Le poids d'un marc, ou huit onces, correspond à 245 grammes.

c'est aussi le plus dense de tous les corps connus; lorsqu'il a été travaillé, son poids spécifique égale environ 22 fois celui de l'eau pure. Il fond à l'aide du chalumeau à courant d'oxygène et d'hydrogène.

L'admirable propriété qu'a le platine de résister à l'action du feu et des acides en rend l'usage précieux dans diverses opérations physiques et chimiques. On fait avec le platine des cornues, des creusets, des capsules, des tubes et autres objets de laboratoires. Malgré l'élévation de son prix, on s'en sert dans les arts pour faire des bassins évaporatoires, des alambics, etc. Le bassinet et la lumière des armes à feu de prix ne s'exécutent plus qu'avec ce métal inaltérable. La constance de son brillant poli permet de l'employer avec avantage en physique pour la construction de miroirs de télescopes à réflexion. Comme il est le moins dilatable de tous les métaux, il est éminemment utile pour la fabrication des instruments de précision et de graduation; et l'on sait que l'étalon du mètre, déposé à l'Observatoire de Paris, est en platine. On a essayé d'employer le platine dans la bijouterie; mais cette application n'a pas réussi, car le platine est plus cher et moins beau que l'argent; enfin, le platine s'applique sur porcelaine en couverte totale, et la vaisselle ainsi ornée présente à peu près l'apparence de l'argenterie; mais la couleur en est inaltérable.

Le platine serait sans doute bien plus utilisé, et l'on en ferait beaucoup plus d'objets destinés à une longue durée ou à un service difficile et continuel, si l'élévation de son prix n'y mettait obstacle; et bien que le prix en soit moins élevé depuis qu'on a trouvé le moyen de purifier le platine par la voie humide, ce métal est encore fort cher, puisqu'il vaut environ quatre fois plus que l'argent; aussi n'est-ce guère que dans les laboratoires et dans quelques ateliers particuliers qu'il reçoit une application journalière. Un alambic de platine coûte jusqu'à 20 et 25,000 francs.

Minerais d'antimoine. — L'antimoine existe à l'état natif, à l'état d'oxyde et de sulfure; ce dernier minerai est le plus important.

Le *sulfure d'antimoine* forme des filons dans le granit, le gneiss, etc.

Les principaux usages de l'antimoine dans les arts sont fondés sur la propriété qu'il a de durcir les métaux avec lesquels il est allié, son emploi le plus remarquable consiste à le combiner avec le plomb, alliage dont on se sert pour les caractères d'imprimerie. Seul, l'antimoine serait trop fragile pour cet objet; de son côté le plomb, également seul, manquerait de dureté : le premier serait pulvérisé, le second aplati par la pression, tandis que, réunis, ils forment un alliage résistant. On allie encore l'antimoine à l'étain pour en former une combinaison connue sous le nom de *métal d'Alger*, dont on fabrique des couverts de table. L'antimoine entre dans la composition des feux de Bengale, si remarquables par leur belle lumière blanche; il est très-employé en médecine; c'est un des éléments essentiels de l'*émétique*, du *kermès minéral* et de diverses autres préparations pharmaceutiques.

La France et l'Autriche sont, en Europe, les contrées qui fournissent le plus d'antimoine; il en existe aussi en Espagne des gisements qu'on dit riches, mais en partie non exploités. Ceux de France sont situés dans les départements de l'Isère, de l'Ardèche, du Gard et de la Lozère. La production annuelle de ce métal, bien qu'assez abondante, pourrait être sensiblement augmentée, si la consommation limitée en devenait plus considérable.

Minerais de bismuth. — Le bismuth se présente, le plus souvent, à l'état natif dans les gîtes argentifères et arsénifères de Saxe et de Bohême. Ce métal ne peut servir qu'autant qu'il est allié à d'autres métaux. Uni au plomb et à l'étain, il forme l'*alliage de Darcet*, dont on fait quelquefois encore des plaques de sûreté pour les machines à vapeur. On se sert aujourd'hui plus avantageusement de soupapes coniques en fer, s'adaptant très-exactement aux parois des chaudières et retenues par des poids proportionnés à la puissance de la machine. On fait aussi avec le bismuth allié à l'étain divers ustensiles de ménage, couverts de table, etc.

Minerais d'arsenic. — L'arsenic se trouve à l'état *natif* dans les gîtes métallifères de sulfure d'argent, d'oxyde d'étain, etc. Combiné avec le soufre, il forme le *réalgar* d'un rouge nacré, et l'*orpiment* d'un jaune d'or. Ils sont employés dans la peinture sous le nom d'*orpin*.

L'*arsenic blanc* du commerce s'obtient par sublimation ; il va se condenser dans des appareils destinés à cet usage. C'est là qu'on le recueille avec les plus grandes précautions, sous la forme d'une poudre blanche, qui a causé de bien fatales méprises; car c'est un poison très-violent, et qui jouit, comme on sait, d'une triste célébrité. Mais, grâce aux progrès de la chimie, l'empoisonneur ne peut plus maintenant dérober à la justice humaine les traces de son crime : à l'aide de l'appareil et de la méthode de Marsh, on peut aujourd'hui retrouver, dans les mélanges les plus complexes, la moindre parcelle d'arsenic. Un autre bienfait de la science, c'est la découverte d'un contre-poison qu'il est facile de se procurer, et qui s'administre à forte dose sans aucun danger. C'est de l'hydrate de peroxyde de fer (la rouille ordinaire), qui a la propriété de neutraliser l'effet du poison ; car l'acide arsénieux se combine facilement avec l'oxyde de fer, et cette combinaison est sans action sensible sur l'économie animale.

L'acide arsénieux n'a besoin que d'être chauffé avec un excès de charbon pour être réduit, c'est-à-dire pour se désoxyder et se convertir en arsenic métallique, qui se condense dans le récipient.

L'arsenic, malgré l'effroi que son nom seul inspire, est une substance nécessaire; il s'emploie comme métal, dans un petit nombre d'alliages. Uni au platine, à l'étain et au cuivre, il sert à la fabrication des miroirs de télescopes. A l'état d'acide, les naturalistes s'en servent pour diverses préparations : ils l'ajoutent à une bouillie savonneuse et calcaire, appelée *savon de Bécœur*, et qui a la propriété de conserver longtemps les animaux empaillés. Sous le nom vulgaire de *mort aux rats*, on l'emploie pour la destruction de quelques animaux nuisibles. L'acide arsénieux est fréquemment utilisé, dans la teinture, comme mordant; ajouté au verre, il le rend plus brillant; et, combiné avec l'oxyde de cuivre, il produit une belle couleur verte, mise en usage dans la fabrication des papiers peints.

Minerais de cobalt. — Deux minerais, le cobalt *arsénio-sulfuré* et le cobalt *arsénical*, fournissent, par sublimation, l'oxyde de cobalt qu'on emploie à la fabrication du *smalt*.

Le *smalt*, réduit en poudre impalpable, sert à colorer en bleu le cristal et la porcelaine. Certains vases à fleurs, d'un bleu foncé, ne contiennent qu'une faible quantité de smalt, ce qui peut en faire apprécier la force colorante. Le smalt le plus fin s'emploie pour rehausser la blancheur naturelle des papiers, des toiles, des fils, etc. Malheureusement, cette belle substance ne se délaye point dans l'huile, ce qui prive la peinture des ressources qu'on pourrait tirer de cette couleur ; mais on doit à M. Thénard un très-beau bleu qui porte le nom de ce célèbre chimiste, et qui ne présente pas le même inconvénient. On l'obtient en mêlant des dissolutions d'alun et de cobalt, en précipitant par le carbonate de soude et en calcinant.

Diverses préparations de cobalt servent à fabriquer des encres sympathiques, au moyen desquelles les bateleurs exploitent si souvent la crédulité publique. Ils s'en servent pour tracer sur des billets blancs, distribués à prix d'argent, des caractères d'abord invisibles, mais qui, soumis à l'action d'une chaleur modérée, apparaissent bientôt, exprimant quelque sentence banale assortie à l'âge, au sexe et à la position présumée des badauds ébahis.

Minerais de manganèse. — Le *péroxyde de manganèse* s'exploite avec activité. On s'en sert dans les verreries pour purifier le verre blanc des teintes jaunes et vertes que lui communique le protoxyde de fer. On en consomme des masses énormes pour la préparation du chlore et de l'eau de javelle, matières très-utiles dans les fabriques de toiles peintes et dans les blanchisseries. On s'en sert aussi dans les laboratoires pour se procurer de l'oxygène.

Minerais de chrome. — C'est avec l'oxyde de chrome qu'on colore en vert très-foncé

toutes les matières vitreuses, telles que cristal, strass, émaux, etc. Les minerais de chrome servent à préparer des chromates jaunes de potasse et de plomb qui sont d'un grand usage dans la peinture à l'huile ainsi que dans la teinture, caisses des voitures, etc. (Autriche, Suède.)

Minerais de nickel. — Le minerais le plus abondant est l'*arséniure de nickel*. A l'état métallique, on le combine avec le zinc et le cuivre pour obtenir le *maillechort*, dont on fabrique un grand nombre d'ustensiles culinaires, des couverts, etc.

Ici se termine l'énumération des substances métallifères utiles. Comme conclusion, disons quelques mots du plan et des vues pleines de bienveillance que l'on ne peut méconnaître dans la disposition et l'arrangement des dépôts minéraux les plus nécessaires à l'homme. Les veines ou filons métalliques nous en offrent un exemple remarquable. Ce sont des fissures ou fentes étroites, irrégulières, obliques ou verticales, qui partent de profondeurs inconnues et se montrent fréquemment et presque exclusivement dans les roches primitives et transitaires. Ces fissures sont remplies d'abondants minerais. Quelle que soit la valeur des diverses hypothèses que l'on a proposées pour expliquer la formation des précieuses richesses contenues dans ces filons, les avantages qui résultent pour l'homme de leurs dispositions n'en sont pas moins évidents et les desseins providentiels du Créateur moins visibles.

Les métaux sont les principaux instruments de la civilisation; il était donc d'une haute importance pour l'homme qu'ils fussent accessibles à son industrie; le mécanisme des filons remplit parfaitement ce but. Les métaux ne sont point répandus dans les terrains de toutes les formations où ils eussent nui à l'agriculture et à la végétation; ils ne sont point épars et disséminés dans la substance même des couches d'où leur extraction eût exigé des frais considérables; mais le souverain Ordonnateur de toutes choses leur a assigné des réservoirs particuliers où ils sont répartis suivant des proportions relatives, à l'abri d'un gaspillage imprévoyant et de l'action désorganisatrice des agents naturels, en même temps que les obstacles qui environnent leur recherche sont autant d'aiguillons pour l'industrie de l'homme et pour l'exercice de son génie.

La sagesse du Créateur et des vues pleines de bonté pour l'espèce humaine se manifestent encore par l'arrangement et la nature des matériaux dont se compose la surface du globe, principalement dans la disposition des couches secondaires et tertiaires, qui, malgré un apparent désordre dans leur formation, n'en présentent pas moins les conditions les plus avantageuses au travail et à la culture. Aussi est-ce sur ces terrains que se sont établies les sociétés les plus populeuses et les plus civilisées. La Providence a relégué dans les montagnes d'un difficile accès pour l'homme, les roches granitiques et stériles, tandis que, par le mécanisme des masses d'eau en mouvement, elle a étendu en plaines fécondes, les matériaux des différentes couches dont le mélange en proportions diverses favorise puissamment le développement des productions végétales si nécessaires à l'existence de l'homme et des animaux. Les agents atmosphériques, par les alternatives incessantes de la chaleur et du froid, de l'humidité et de la sécheresse, ont désagrégé, pulvérisé la substance des roches les plus dures, et l'ont convertie en un sol où circulent des principes de fertilité, d'abondants éléments de nutrition qui développent et multiplient à la surface de la terre, ces plantes innombrables qui la couvrent et qui en font la richesse et le plus bel ornement.

Supposez que la croûte terrestre ait reçu un arrangement moins complexe dans la disposition des matériaux qui la composent : donnez, par exemple, à la terre une surface homogène de granit, ou enfermez son noyau dans une série d'enveloppes concentriques de roches stratifiées; alors une seule de ces enveloppes sera accessible à l'homme, et il n'y aura plus de ces mélanges de calcaire, d'argile, de grès, etc., qui, dans le système de coordination actuelle, contribuent si puissamment à la beauté, à la fertilité, à la richesse du globe terrestre; de plus, le sel gemme, les divers combustibles et tous les minerais se trouveront relégués à des profondeurs inaccessibles, et l'homme sera ainsi privé de tous ces trésors d'un prix inestimable pour l'industrie et la civilisation.

Ne nous hâtons pas d'accuser de désordre et de confusion l'œuvre du Créateur; c'est notre esprit qu'il faut accuser d'ignorance et d'étroitesse; ces désordres ne sont qu'apparents, et une étude plus approfondie des phénomènes qui nous paraissent même les plus désordonnés, nous les fait bientôt reconnaître comme des lois générales ayant leur principe dans une sagesse et dans une prévoyance infinies, et produisant pour résultat définitif une grande somme totale de biens.

Ainsi « la terre, jusque du plus bas de ses fondements, se joint aux chœurs des globes célestes qui roulent dans l'immensité de l'espace pour proclamer la gloire et chanter les louanges du Dieu qui les créa, du Dieu qui les conserve; et la voix de la religion naturelle mêle ses harmonieux accords aux témoignages de la révélation, pour nous dire que l'univers a pris son origine dans la volonté d'une intelligence unique, éternelle et placée au-dessus de toute intelligence, Seigneur tout-puissant et suprême Cause première de tout ce qui existe (9). »

Nous avons adopté dans ce *Dictionnaire* la classification des terrains et de leurs étages présentée par un des plus éminents paléontologistes de notre époque, M. Alc. d'Orbigny; en voici le tableau dressé par lui-même.

ROCHES SÉDIMENTAIRES STRATIFIÉES.		ROCHES PLUTONIQUES.
PÉRIODES OU TERRAINS.	ÉTAGES.	NON STRATIFIÉES.
4e PÉRIODE. CONTEMPORAINE.	ÉPOQUE ACTUELLE.	Amphigénite. Péridolite. Basalte. Basanite. Dolérite. Trachyte. Leucostite. Phonolite. Mimosite.
3e PÉRIODE. TERTIAIRE.	27. Subapennin. 26. Falunien. 25. Parisien. 24. Suessonien.	
2e PÉRIODE. CRETACÉE.	23. Danien. 22. Sénonien. 21. Turonien. 20. Cénomanien. 19. Albien. 18. Aptien. 17. Néocomien.	Minosite. Porphyres pyroxéniques. Basalte ?
1re PÉRIODE. JURASSIQUE.	16. Portlandien. 15. Kimméridgien. 14. Corallien. 13. Oxfordien. 12. Callovien. 11. Bathonien. 10. Bajocien. 9. Toarcien. 8. Liasien. 7. Sinémurien.	Porphyres pyroxéniques. Granit ? Syénite ?
2e PÉRIODE. TRIASIQUE.	6. Saliférien. 5. Conchylien.	Porphyres argiloïdes. Lherzolite. Granit? Syénite ? Porphyre pétrosiliceux. Ophite. Aphanite. Ophitone.
1re PÉRIODE. PALEOZOIQUE.	4. Permien. 3. Carbonifèrien. 2. Devonien. 1. Silurien. Supérieur. Inférieur.	Porphyre protogynique. Porphyre dioritique. Porphyre pyroméride. Porphyre syénitique. Syénite. Granit. Serpentine.
AZOIQUE.	Groupe des talcites Groupe des micacites. Groupe des gneiss.	Diorite. Syénite. Armophantite. Pegmatite. Granit.

(9) Buckland, *Géol et min.*, etc., p. 525.

DICTIONNAIRE
DE COSMOGONIE ET DE PALÉONTOLOGIE.

A

ABAISSEMENT DU FOND DE LA MER, son influence sur la distribution des animaux terrestres fossiles. *Voy.* ANIMAUX MARINS.

ACCROISSEMENT DES COQUILLES. *Voy.* MOLLUSQUES.

ACÉPHALES. *Voy.* LAMELLIBRANCHES.

AFFLUENTS TERRESTRES. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

ALBIEN (ÉTAGE), le troisième de la période crétacée, et le dix-neuvième de l'échelle totale des terrains. — *Albien* est dérivé du latin *Alba*, Aube, rivière qui donne son nom au département de l'Aube, où ce terrain offre le plus beau développement. C'est aussi le *gault*, *le grès vert supérieur*, *la glauconie sableuse*, etc.

Cet étage, comme le précédent (l'aptien), se trouve très-développé dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen en France, en Angleterre et en Piémont. Autour du bassin anglo-parisien, l'étage repose en couches concordantes immédiatement sur l'étage aptien, dans la partie orientale, depuis le département de la Haute-Marne, de l'Aube, jusque dans l'Yonne, dans une extension de 140 kilomètres environ. Une concordance identique existe dans le pays de Bray, et il paraît en être de même sur presque tous les points où se développe l'étage albien, en Angleterre, comme à l'île de Wight, etc. Ces faits sont suffisants, nous le pensons, pour prouver que l'étage albien a succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage aptien.

Dans les parties où l'étage est en place, soit dans la Haute-Marne, soit dans l'Aube, soit enfin à Saint-Florentin (Yonne), nous trouvons une épaisseur variable de 25 à 40 mètres, tant en grès qu'en argile. En Angleterre, on lui reconnaît jusqu'à 46 mètres de puissance.

Perturbation finale. — Nous croyons trouver dans le plus grand nombre de points où les fossiles de l'étage albien ont été remaniés à l'état fossile, les dernières traces du mouvement des eaux qui s'est fait sentir entre la fin de l'étage albien et le commencement de l'étage cénomanien. Entrons dans quelques détails à cet égard. Les étages néocomien, aptien et albien n'ont pas de représentants dans tout le bassin pyrénéen et sur tous les points du massif breton, depuis la Loire jusqu'aux côtes du Calvados. Les mers crétacées ont donc dû, sur ces vastes points, être bornées par la surélévation des terrains jurassiques; mais comme on trouve, sur tous ces points, au contraire, des dépôts de l'étage cénomanien, on doit naturellement en conclure que l'étage albien a été interrompu par un affaissement considérable de tout le massif breton et du bassin pyrénéen tout entier, qui a permis aux mers cénomaniennes de les envahir : dislocation à laquelle nous attribuons le morcellement et le remaniement presque général des couches de l'étage albien sur presque tous les points où nous les connaissons.

Caractères paléontologiques. — La faune de l'étage albien commence à changer d'aspect; elle se rapproche bien encore de la faune néocomienne, mais déjà un grand nombre de genres y manquent; d'autres ne montrent plus que quelques espèces isolées, et un assez grand nombre de formes nouvelles viennent la compliquer. Les ammonites, qui dominent, ont la partie externe en quille tranchante, ou les côtes interrompues sur le milieu du dos. Les caractères différentiels de la faune sont les suivants :

Pour distinguer l'étage albien de l'étage aptien, outre les deux genres nés et morts dans ce dernier, nous avons les deux genres suivants, qui s'éteignent encore dans l'étage aptien, sans passer à celui-ci. Parmi les céphalopodes, le genre *toxoceras;* parmi les brachiopodes, le genre *orbiculoidea.*

Les limites négatives supérieures que nous avons entre l'étage albien et l'étage cénomanien sont marquées par cinquante-six genres qui, encore inconnus dans la période albienne, commencent à se montrer dans la période cénomanienne seulement. Nous aurions, dès lors, 60 genres pouvant donner des limites stratigraphiques négatives.

Les genres qui, inconnus aux étages inférieurs, naissent avec l'étage albien pourront donner des caractères positifs, pour le distinguer des époques antérieures. Ces genres sont au nombre de 17.

De ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage qui nous occupe peuvent donner des caractères positifs pour le distinguer de l'époque cénomanienne, où ils ne remontent pas. Ces genres sont au nombre de 3; parmi les gastéropodes, le genre *bellerophina;* parmi les bryozoaires, le genre *echinopora;* parmi les échinodermes, le genre *hemidiadema.* Nous y joindrons les genres *crioceras*, *toxaster*, *amblocyathus*, également éteints dans cet étage.

Sans compter les animaux vertébrés et articulés, nous connaissons, en animaux mollusques et rayonnés, seulement, 410 espèces.

Sur ce nombre, une s'est rencontrée dans l'étage aptien et 7 ont été recueillies dans l'étage cénomanien, où elles ont été certainement transportées à l'état frais ou à l'état fossile.

Il reste 402 espèces comme caractéristiques de la faune de l'étage albien pouvant en faire reconnaître les différents facies sous toutes ses formes minéralogiques actuelles.

Chronologie historique. — La perturbation finale de l'étage aptien a détruit les 4 genres que nous voyons cesser d'exister avec cette époque, en même temps que les 155 espèces d'animaux mollusques et rayonnés de cet étage. Lorsque le repos a remplacé l'agitation, sont nés, avec l'étage albien, 17 genres de toutes les classes et 409 espèces seulement parmi les animaux mollusques et rayonnés.

Les mers albiennes ont les mêmes circonscriptions générales qu'aux deux étages précédents, à ces seules exceptions près, que l'intervalle du bassin anglo-parisien compris entre la Haute-Marne et le département du Pas-de-Calais, jusqu'alors étranger aux dépôts crétacés, nous montre l'étage albien; ce qui prouverait que la mer, crétacée par suite d'un affaissement, se serait avancée vers le nord pendant cette période.

Les continents ont subi les conséquences de ces petits changements. Ils ont diminué, au nord du bassin anglo-parisien, de la partie envahie par la mer, et des quelques points cités dans le bassin méditerranéen; tandis qu'ils ont, au contraire, gagné une portion dans les Alpes françaises comprises entre le Var et l'Isère. Au continent de l'Amérique méridionale s'est encore joint, à l'extrémité sud, la surélévation du système fuégien, occupant la Terre de Feu.

Nous ne connaissons encore aucun des animaux terrestres qui devaient exister à cette époque. Nous n'avons d'autres traces des végétaux que les nombreux débris de bois fossiles qu'on rencontre sur tous les points des dépôts littoraux de cette époque, et les plantes terrestres suivantes : *Fougères, protopteris Buvignieri*, Br., de Grandpré; *Conifères : abietites oblongus*, Lindl., Lyme-Regis, Grandpré.

Les oscillations ne sont marquées que par la conservation des points côtiers.

Quant à la perturbation finale qui a mis fin à cet étage, elle est marquée par des discordances d'isolement et de dénudation, déterminées par un affaissement considérable au sud-ouest de la France, qui a permis l'envahissement, par la mer crétacée, d'une partie du massif breton, et de tout le bassin pyrénéen, mouvement qui a déterminé le remaniement des fossiles et les dépôts de sables supérieurs : ainsi rien ne manque à cet étage, les causes et les effets, pour expliquer les limites de la faune.

ALLUVIONS. *Voy.* Couches sédimentaires, art. II.

Alluvions fluvio-terrestres, *ibid.*

ALPES, *à quelle époque elles se sont soulevées.* — *Voy.* Subapennin.

ALUMINE, *son rôle dans la constitution de la terre.* — *Voy.* Matières élémentaires du globe terrestre.

AMMONITES. — On appelle ainsi un genre de mollusques de l'ordre des céphalopodes à coquilles cloisonnées. On rencontre les ammonites dans toute la série des formations fossilifères, depuis les couches de transition jusqu'à la craie inclusivement. M. Brochant, dans sa traduction du *Manuel de géologie* de De la Bèche, en compte 270 espèces, qui diffèrent suivant l'âge des couches où on les trouve (10) et qui varient quant à leur taille, depuis une ligne jusqu'à plus de quatre pieds en diamètre (11).

SOUS GENRES D'AMMONITES.

VIVANTES.	GONIATITES.	CERATITES.	ARIETES.	FALCIFERI.	AMALTHEI.	CAPRICORNI.	PLANULATI.	DORSATI.	CORONARII.	MACROCEPHALI.	ARMATI.	DENTATI.	ORNATI.	FLEXUOSI.
Dans les couches tertiaires.				2	4					9	14	13	2	3
Dans le système crétacé.														
Dans le système oolithique.				21	27	12	26	5	11	11	11	4	5	13
Dans le système salifère.		3	12											
Dans le système carbonifère.	7													
Dans les terrains stratifiés primaires (*a*).	17													

« On sentira facilement combien l'étude des ammonites est importante pour la solution des questions qui ont trait à l'antiquité relative des roches stratifiées puisque chacun de leurs groupes caractérise quelque système de roches. » (Philips, *Guide to Geology*; in-8°, 1834, sect. 82.)

(10) Ainsi l'une des premières espèces que l'on rencontre, l'ammonite de Henslow ne se montre plus après les formations de transition; l'ammonite à nœuds (*A. nodosus*) commence et finit d'exister en même temps que le muschel-kalk. Il y a encore d'autres espèces et d'autres genres d'ammonites qui ont de même commencé et fini en même temps que certains terrains stratifiés des formations oolitiques et crétacées; telle est l'ammonite de Buckland, qui appartient en entier au lias; l'ammonite de Goodhall au sable vert, et l'*ammonite rusticus* à la craie. Il y a bien peu d'espèces, si même il en existe de telles, qui se montrent dans toute l'étendue de la période secondaire, ou qui soient passées de la période de transition dans la période secondaire.

Nous prenons dans un ouvrage du professeur Philips (*Guide to Geology*, 1834, p. 77) le tableau suivant de la distribution des ammonites, dans les diverses formations géologiques :

(11) Suivant M. Sowerby (*Conchyliologie minérale*, t. IV, p. 79 et p. 81), et suivant M. Mantell, les ammonites de la craie ont un diamètre de trois pieds. Sir T. Harvey et M. Keith Milnes ont mesuré des ammonites de la craie des environs de Margate, d'un diamètre de quatre pieds, dans des circonstances où ce diamètre n'a pu être accru que très-peu par la pression qui s'était exercée sur la coquille.

(*a*) Nous désignons ici sous le nom de *primaires* les couches qui occupent la région la plus basse de la série de transition.

Il est inutile que nous nous livrions ici à les dissertations spéculatives sur les causes physiques ou sur les causes finales de ces curieux changements dans les espèces de cet ordre, le plus élevé des mollusques qui habitaient les mers aux époques les plus reculées, ou durant le moyen âge de la chronologie géologique ; mais la symétrie exquise, la beauté, la délicatesse de structure qui se montrent dans tous les arrangements divers qu'offrent leurs quelques centaines d'espèces, ne nous permettent aucunement de douter qu'un plan primitif et une intelligence suprême n'aient présidé à leur construction, bien que nous ne puissions pas toujours rendre compte du rôle que joue en particulier chacun de leurs moindres détails dans l'arrangement que prennent des parties qui demeurent fondamentalement les mêmes.

Nous trouvons dans la distribution géographique des ammonites ce même fait de *diffusion universelle* qui se reproduit si fréquemment parmi les animaux et les végétaux appartenant à la condition ancienne de notre globe, et qui diffère d'une manière si remarquable de la *localisation*, qui est un fait prédominant parmi les formes actuelles de la vie. Les mêmes genres, et, dans quelques cas, les mêmes espèces d'ammonites, se montrent dans des couches qui paraissent être du même âge, non-seulement dans toute l'étendue de l'Europe : mais aussi sur des points éloignés de l'Asie et des deux Amériques (12).

Nous tirerons de là cette conclusion que, pendant la durée des périodes secondaire et de transition, les mêmes espèces se distribuaient d'une manière plus générale que de nos jours sur les points du globe les plus distants entre eux.

Une ammonite, de même qu'un nautile, se compose de trois parties essentielles : 1° d'une coquille externe, ordinairement de forme discoïdale aplatie et à surface renforcée et ornée par des côtes ; 2° d'une série de chambres aériennes internes, formées par des cloisons transversales qui partagent l'intérieur de la coquille ; 3° d'un siphon ou tube, qui part du fond de la dernière chambre, et qui traverse toute la série des chambres aériennes. On trouve dans chacune de ces parties des preuves d'arrangements mécaniques disposés pour un but, et par conséquent de l'existence d'un plan ; et je vais essayer d'en esquisser quelques-unes.

Coquille externe.— La place qu'occupaient les coquilles des ammonites, et l'utilité dont elles étaient à l'animal, sont des points qui ont grandement attiré l'attention des géologues et des conchyliologistes. Guidés par les analogies qui existent entre ces animaux et les spirales, Cuvier et Lamarck ont pensé que les ammonites étaient des coquilles internes (13). Il y a pourtant d'excellentes raisons de croire que ce sont là des coquilles entièrement externes, et dans lesquelles l'animal avait une position tout à fait analogue à celle qu'occupe dans la sienne le mollusque du nautilus-pompilius.

Ainsi que l'a fait voir M. de La Bèche, il est démontré, par l'état minéral de la chambre antérieure chez plusieurs ammonites du lias de Lyme-Regis, que le corps tout entier de l'animal y était renfermé, et que ces mollusques furent détruits soudainement, et ensevelis dans le sédiment vaseux qui a formé le lias, avant que leurs corps fussent tombés en décomposition ou qu'ils eussent été dévorés par les crustacés carnivores qui abondaient à cette époque au fond des mers (14).

Comme ces coquilles avaient à remplir le

(12) Le docteur Gérard a découvert dans les monts Himalaya, à une hauteur de 16,000 pieds, certaines espèces d'ammonites, telle que l'*A. Walcoti* et l'*A. communis*, qui sont identiques avec les mêmes espèces du lias de M. Whitby et de Lyme-Regis. Il a trouvé aussi sur les mêmes points de l'Himalaya plusieurs espèces de hélemnites, en même temps que des térébratules et d'autres bivalves que l'on rencontre dans l'oolithe de l'Angleterre. Il est donc établi que le lias et l'oolithe existent dans ce point du globe si haut et si éloigné. Il a recueilli aussi dans les mêmes montagnes des coquilles des genres spirifère, productus et térébratule, qui se rencontrent dans les formations de transition de l'Europe et de l'Amérique.

Le sable vert du New-Jersey, de même que celui de l'Angleterre, renferme des ammonites mêlées à des hamites et à des scaphites ; et le capitaine Beechey a trouvé avec le lieutenant Belcher, des ammonites sur la côtes du Chili, à 36° de latitude sud dans des falaises près de la Conception. On voit un fragment de l'une de ces ammonites conservé dans le musée de l'hôpital de Hasler, à Gasport.

M. Sowerby possède des coquilles fossiles du Brésil qui ressemblent à celles de l'oolite inférieur de l'Angleterre.

(13) Cuvier a cité la petitesse de la chambre extérieure, où l'animal a son domicile, comme confirmant l'opinion que les ammonites étaient, ainsi que les spirales, des coquilles internes ; mais cet argument repose probablement sur l'observation d'échantillons incomplets. Il est rare que l'on rencontre la chambre externe des ammonites dans un état parfait de conservation ; mais lorsque cela a lieu, on voit qu'elle est au moins aussi vaste que celle du nautile par rapport à tout l'ensemble de la coquille. Elle occupe souvent plus de la moitié du dernier tour de spire, et quelquefois même ce tour tout entier. Cette chambre ouverte à l'extérieur n'est pas mince et faible comme l'est, dans la spirale, la longue chambre antérieure qui est logée dans le corps de l'animal qui produit cette coquille ; mais son épaisseur est presque la même que celle des chambres fermées qui la précèdent.

En outre, le bord de l'ammonite adulte est, dans plusieurs espèces, roulé en une sorte de volute, de la même manière que le bord épaissi de la coquille du limaçon des jardins. Cette disposition paraît avoir pour but de donner à cette partie un surcroît de solidité, qui selon toute probabilité serait superflu dans une coquille interne.

L'existence d'épines dans certaines espèces (*A. armatus*, *A. Sowerbii*) est d'un argument puissant contre l'opinion que ç'auraient été des coquilles internes. Ces épines, qui sur une coquille externe eussent été d'excellents moyens de défense, nous paraissent sans utilité, et peut-être même nuisibles, dès que nous les supposons associées à une coquille interne ; et nous n'en ayons d'exemple dans aucune des organisations que nous avons été à portée d'étudier.

(14) Dans les ammonites dont il est ici question

double office d'une armure défensive et d'un flotteur, elles devaient réunir la double condition de la légèreté et de la solidité : elles devaient être légères pour venir flotter à la surface des eaux; elles devaient être solides, pour supporter la pression à laquelle elles étaient soumises lorsque l'animal descendait au fond de la mer. Aussi trouvons-nous ces deux conditions remplies par la disposition admirablement calculée que prennent les matériaux qui entrent dans leur composition.

En premier lieu, la coquille entière forme une *arcade* ou une *voûte* continue et roulée en spirale autour d'elle-même, de façon que chaque tour externe s'appuie par sa base sur le sommet du tour intérieur qui le précède, et qu'ainsi la carène ou la face dorsale est calculée pour offrir à la pression extérieure la même résistance qu'offre la coquille d'un œuf à une pression agissant dans le sens de son plus grand diamètre.

Outre cette disposition en arcade continue, la coquille en offre une seconde, qui est pour elle un principe de solidité, dans l'existence de côtes ou arcades tranversales qui donnent à plusieurs de leurs espèces leurs traits caractéristiques les plus importants, et qui les embellissent toutes de ce genre de beauté particulier qui résulte constamment de la répétion symétrique de courbes spirales en série.

L'accroissement de force que produit cette disposition des côtes à la surface de la coquille est une conséquence d'un principe dont l'application est fréquente dans les œuvres de l'art humain. Je veux parler de ce principe d'après lequel une feuille mince de métal s'accroît considérablement en force et en résistance si on lui donne une surface ridée ou couverte de cannelures. Un porte-crayon ordinaire cannelé offrira beaucoup plus de résistance qu'un tube simple où entrerait la même quantité de matière; et les moules d'étain ou de cuivre qu'emploie l'art de la pâtisserie reçoivent un accroissement de force considérable des bosselures et des cannelures dont leur surface ou leurs bords sont couverts. On a employé depuis peu des lames minces de fer cannelé pour en construire des toitures se soutenant d'elles-mêmes, et où les cannelures du fer remplissent l'office de poutres et de chevrons; c'est encore là une application du principe qui a présidé à la construction des coquilles voûtées des ammonites. Dans tous les cas que nous venons de citer, la combinaison des côtes, ou portions soulevées, avec les cannelures, ou portions enfoncées, donnent au métal ou à la coquille l'accroissement de force que la mécanique sait tirer des courbes bien calculées, sans que leur poids en soit beaucoup accru.

Quant au principe qui a présidé à la division et à la subdivision des côtes, dans le but de multiplier les supports de la voûte à mesure que celle-ci prend de l'accroissement en surface, c'est le même qui guidait les architectes des monuments gothiques, lorsqu'ils soutenaient par des côtes saillantes les voûtes aplaties surbaissées qu'ils employaient dans leur sublime architecture.

Dans plusieurs espèces d'ammonites, on voit une autre disposition destinée à accroître encore leur solidité : cette disposition consiste en ce que certaines portions des côtes se soulèvent en forme de petits dômes arrondis, de telle façon que, sur tous les points où se voient ces *tubercules* ou *bosselures*, la solidité du dôme s'ajoute à celle de la voûte simple. On voit de semblables dispositions dans les voûtes gothiques, sur les points d'intersection des côtes qui les parcourent; mais celles des ammonites sont encore d'un effet beaucoup plus complet pour produire un accroissement de force (15). Ce sont en effet autant de petites voûtes ou de petits dômes ; et on les observe d'ordinaire sur les points extérieurs de la coquille qui ne sont pas supportés immédiatement par les cloisons transversales internes (16).

Plusieurs genres de coquilles cloisonnées, voisines des ammonites, offrent de semblables tubercules qui ont pour effet de les rendre plus solides, aussi bien que d'ajouter

la partie la plus antérieure de la première grande chambre qui servait de logement à l'animal n'est remplie de substance pierreuse que jusqu'à une profondeur peu considérable; le reste de la cavité de cette chambre, est rempli par un spath calcaire brun, qui, d'après le docteur Prout, ne doit sa couleur qu'à la présence d'une matière animale, tandis qu'au contraire les chambres aériennes internes et le siphon sont occupés par du spath calcaire pur et blanc. Ainsi l'espace où se voit le spath calcaire brun dans la chambre antérieure représente celui qu'occupait le corps de l'animal après qu'il se fut retiré dans sa coquille au moment de sa mort, en laissant vide la portion de la chambre où s'est introduit le sédiment vaseux dans lequel la coquille se trouva ensevelie.

Buckland dit qu'il a en sa possession plusieurs échantillons de l'*A. communis* du lias de Whitby, dans lesquels la portion de la chambre externe ainsi remplie par le spath calcaire occupe presque le dernier tour de spire tout entier, son extrémité la plus ouverte ayant seule admis la matière du lias. Nous pouvons conclure de la connaissance de ces sortes d'échantillons que l'animal qui habitait les ammonites ne possédait pas de réservoir d'encre. Si en effet un tel organe eût existé, on eût retrouvé des traces de la couleur qu'il contenait, dans l'intérieur de la cavité où se retira le corps de l'animal au moment de sa mort. La protection qu'il trouvait dans sa coquille lui rendait probablement ce moyen de défense inutile.

(15) Dans les voûtes, c'est à la surface inférieure que s'observent les *côtes* et les *bosselures;* dans les ammonites, au contraire, c'est à la surface supérieure et convexe.

(16) Dans l'*amm. varians*, les côtes diffèrent pour la force, et les proportions des tubercules varient également; mais ces grands tubercules qui naissent sur les côtes transversales constituent sur toute l'étendue de la coquille une triple série; chaque côte prend naissance dans un petit tubercule voisin du bord interne. A peu de distance en dehors, se voit un second tubercule plus grand, à partir duquel la côte se bifurque, et chacune des branches va se terminer dans un troisième tubercule, sur la face dorsale de la coquille.

Plusieurs espèces ont en outre une crête qui se prolonge dans toute la longueur du dos de la coquille, immédiatement au-dessus du siphon, et qui dans

à la beauté de leurs formes extérieures.

Dans tous ces exemples, nous voyons une sagesse pleine de luxe et de prodigalité, en même temps que de tempérance et d'économie, ne distribuer qu'avec épargne les supports internes aux portions qui tirent de leur forme extérieure une solidité suffisante, en même temps qu'elle les prodigue à celles qui, dépourvues de ces supports, n'eussent pas trouvé ailleurs des ressources contre l'écrasement.

Les formes et la sculpture de la coquille externe nous offrent des variations en nombre infini; et les supports internes ne se distribuent pas suivant des arrangements moins admirablement variés, et dans lesquels se combinent tout à la fois l'utilité et la beauté architecturales. Les côtes se multiplient aussi de mille façons diverses, à mesure que l'espace qu'elles occupent en s'accroissant, exige des supports d'une force supérieure; et elles s'ornent de tubercules et de dômes en plus grand nombre, à mesure qu'une force plus grande leur devient nécessaire.

Cloisons transversales.—Chambres aériennes.—On comprendra mieux l'usage des chambres aériennes internes, en se reportant aux figures, dans lesquelles les cloisons transversales ont été partagées en deux parties égales par une section faite sur leur ligne médiane, là où leur courbure est la plus simple. A mesure qu'on s'éloigne de cette ligne de chaque côté, la courbure des cloisons devient de plus en plus compliquée; et les bords par où elles se terminent dans la coquille extérieure offrent les mêmes découpures, la même structure foliacée que présente le limbe d'une feuille de persil (17).

Dans plus de deux cents espèces connues d'ammonites, les cloisons transversales offrent des modifications agréablement variées de cette expansion foliacée de leurs bords; et dans toutes, il est facile de voir que ces dispositions ont un but constant, celui de multiplier la résistance sur un grand nombre de points de la surface interne. Nous savons que la pression des eaux de la mer, même à une profondeur peu considérable, peut faire rentrer un bouchon dans l'intérieur d'une bouteille remplie d'air; qu'un cylindre ou une sphère creuse en cuivre mince sont écrasés; et, comme les chambres aériennes des ammonites ont à supporter des pressions pareilles au fond des eaux de la mer, il était d'autant plus nécessaire qu'elles fussent pourvues de quelque appareil spécial destiné à les en préserver (17) que suivant la plupart des zoologistes ces mollusques ont vécu dans les grandes profondeurs des mers (18).

Ici nous trouvons encore les procédés de l'art humain mis depuis longtemps en œuvre par la nature; ces supports, qui soutiennent en dedans l'effort extérieur de l'eau sur la coquille des ammonites, rappellent, par leur disposition, les étais transversaux qu'emploie l'ingénieur pour soutenir l'arche en bois qui doit supporter la voûte en pierre qu'il veut construire.

Dans toute la famille des ammonites, jamais ces supports n'offrent la courbure simple que l'on observe dans les cloisons transversales de la coquille du nautile; et nous trouvons une raison probable de cette différence dans la minceur comparativement plus grande de la coquille externe chez la plupart des premières. Il résultait de cette minceur un besoin de supports internes que rendaient inutiles l'épaisseur et la solidité de la coquille du nautile.

Pour fournir ces supports, les bords des lames transversales, au lieu d'offrir une courbure simple, se sont repliés en une variété extrême de ramifications sinueuses et de sutures ondulées.

Ces sinuosités et ces ondulations qu'offrent, dans certaines espèces, les cloisons à

plusieurs cas paraît destinée à remplir, par la manière dont elle fend les eaux, les fonctions d'une guibre ou d'une quille. Dans certaines espèces, comme dans l'*ammonites lautus*, on voit une quille double, produite par un sillon profond qui règne sur la face dorsale, et chacune de ces deux quilles est rendue plus solide par une série de tubercules placés à l'extrémité des côtes transversales. Dans l'*ammonites varians*, où la quille est triple, les deux quilles latérales sont fortifiées par des tubercules, et la quille centrale n'est qu'une simple arcade convexe.

Dans l'*A. catena*, la faiblesse, qui serait une conséquence de la petitesse des côtes et de l'aplatissement des faces latérales de la coquille, est compensée par l'existence de dômes ou bosselures toutes semblables. Les diverses portions aplaties de la coquille sont supportées par les bords des cloisons transversales qui se distribuent dans tous les sens, tandis que les portions soulevées et renflées, tirant de cette construction même une force suffisante, n'ont reçu aucun autre support. Comme le dos est également presque aplati, il est fortement soutenu par des ramifications des cloisons internes.

(17) Le capitaine Smith a vu à deux reprises différentes un tube cylindrique en cuivre, rempli d'air, et fixé au plomb d'une sonde d'une construction particulière, écrasé et complétement aplati sous la pression d'environ trois cents brasses d'eau. Une bouteille ordinaire ne contenant que de l'air, et bien bouchée, est écrasée avant d'être parvenue à quatre cents brasses de profondeur. Le même observateur s'est assuré que si l'on remplit une bouteille avec de l'eau douce, le bouchon sera refoulé dans l'intérieur dès une profondeur d'environ cent quatre-vingts brasses. Dans ce cas le liquide refoulé est remplacé par de l'eau salée, et il arrive parfois que le bouchon, dont la résistance a été forcée, se trouve retourné dans une position contraire à celle qu'il avait auparavant.

Le capitaine Beaufort dit qu'il a souvent plongé dans la mer, à plus de cent brasses, des bouteilles, les unes vides et d'autres remplies d'un liquide. Les bouteilles vides étaient parfois écrasées; d'autres fois le bouchon était chassé à l'intérieur, et elles revenaient pleines d'eau de mer. Le bouchon de celles qui contenaient un liquide était constamment repoussé à l'intérieur; le liquide était remplacé par de l'eau salée, et le bouchon se trouvait toujours de retour dans le col de la bouteille, quelquefois retourné, mais non dans tous les cas.

(18) *Voyez* LAMARCK, qui sur ce point cite en la confirmant l'opinion de Bruguières, *Anim. sans vertèbres*, t. VII, p. 635.

leur jonction avec la coquille externe sont d'une beauté remarquable ; elles en ornent la surface d'un travail des plus gracieux, rappelant des festons de feuillage, ou toutes les délicatesses d'une élégante broderie. Il arrive parfois que ces cloisons minces se sont converties en pyrite ; et l'on dirait d'un filigrane d'or se jouant au sein du spath transparent qui remplit les chambres de la coquille (19).

La coquille de l'*Ammonites heterophyllus* est un exemple admirable de la manière dont la puissance mécanique de chacune des cloisons transversales varie dans un rapport exact avec la force ou la faiblesse des divers points de la coquille qui doivent être supportés (19*).

Siphon. — Il nous reste à étudier le mécanisme du siphon, de cet appareil hydraulique important à l'aide duquel les ammonites modifiaient à leur gré leur poids spécifique. Le mode d'action de cet organe, et la manière dont il admettait ou renvoyait le fluide, paraissent avoir été les mêmes que dans les nautiles.

Nous rencontrons donc en même temps dans toute cette famille des ammonites et des nautiles les mécanismes du siphon, si admirables par leur délicatesse, et la réunion invariable et systématique de la force et de la légèreté dans les cavités aériennes. Ce sont là des preuves frappantes de l'existence d'un ordre et d'un plan que nous offrent ces débris des races éteintes qui habitèrent les océans anciens ; et il faudrait qu'un esprit fût bien étrangement organisé pour qu'il pût contempler tant d'ordre et de méthode dans les œuvres de la création sans remonter à l'action directe, au commandement suprême d'une haute intelligence.

Théorie de M. de Buch.— Indépendamment des usages que nous avons attribués aux sinuosités des cloisons transversales des ammonites, en les considérant comme des supports qui permettent à la coquille de soutenir l'effort extérieur des eaux, M. de Buch assigne aux lobes qui, par suite de cette disposition, entourent la base de la chambre extérieure, un autre usage. Il les considère comme les points d'attache qui servent à l'animal pour se fixer plus solidement à la coquille par le moyen de son manteau. Les dispositions de ces lobes varient suivant les diverses espèces d'ammonites, et l'illustre savant a proposé d'établir sur les modifications qu'ils présentent les caractères spécifiques de toutes les coquilles qui font partie de cette grande famille (20).

Les fonctions qu'assigne M. de Buch aux lobes des ammonites lorsqu'il les considère comme servant à fixer la base du manteau le long du bord des cloisons transversales, ne contredisent en rien ce que nous avons dit de l'utilité de ces mêmes lobes comme

(19) L'*A. heterophyllus* est ainsi nommée à cause des lignes qui semblent dessiner à sa surface deux formes distinctes de feuillages. Le système de découpure est le même que dans les autres ammonites, mais les *selles* secondaires ascendantes, toujours arrondies dans les autres ammonites, sont ici plus allongées que d'ordinaire, et attirent l'attention plus que ne le font les pointes descendantes des lobes.

Les figures que dessinent les bords de l'une des cloisons transversales se montrent reproduites successivement par toutes les autres. Et comme l'animal, à mesure qu'il agrandit sa coquille, laisse derrière lui une chambre nouvelle plus vaste que la précédente, il en résulte que les bords des cloisons successives n'empiètent point les unes sur les autres et ne s'enchevêtrent jamais.

Malgré la complication apparente des dessins que l'on observe dans cette ammonite, le nombre des cloisons n'est que de seize dans un seul tour de la coquille ; et ici, comme dans presque tous les cas, la beauté et l'élégance de ces sortes de guirlandes ne connaissent pas d'autre cause que la répétition, à des intervalles réguliers, d'un seul système symétrique de formes, système qui n'est autre que celui que présente séparément le bord de chacune des cloisons transversales. Aucune trace de ces dessins ne se montre sur la surface externe de la coquille.

(19*) C'est ainsi que sur le dos ou carène de la coquille, là où elle est étroite et où la voûte qu'elle forme est la plus puissante, les intervalles qui séparent les cloisons sont plus grands que partout ailleurs, et leurs sinuosités sont plus distantes entre elles ; mais aussitôt que les parois aplaties de la même coquille viennent à prendre une forme qui offre moins de résistance à la pression du dehors, les sinuosités des cloisons internes se multiplient de la même manière que dans une voûte gothique aplatie ; les côtes sont plus nombreuses et se distribuent d'une manière plus compliquée que dans les voûtes en ogive, plus résistantes et plus simples de formes.

On voit se multiplier et s'étendre de la même manière les sinuosités suturales des cloisons internes dans plusieurs autres espèces d'ammonites, dont les faces latérales sont aplaties et exigent que leurs supports soient accrus d'une manière analogue, tandis que dans les espèces qui tirent de la forme circulaire de leurs parois une solidité plus grande, les cloisons n'offrent comparativement que des sinuosités peu nombreuses.

Il est probable que l'on eût pu soutenir de la même manière le tube cylindrique à air de la sonde dont il a déjà été fait mention, destinée à descendre à de grandes profondeurs, en y introduisant des lames transversales construites d'après le même principe que les cloisons internes des nautiles et des ammonites, ou plutôt encore comme celles des orthocératites et des baculites.

(20) Le caractère le plus tranché qui sépare les ammonites des nautiles, c'est la place qu'occupe le siphon dans ces deux genres : dans les premiers, en effet, cet organe occupe constamment la *portion dorsale* de la coquille, ce qui n'a jamais lieu dans les seconds. Cette première différence essentielle en entraîne plusieurs autres. L'animal du nautile ayant son siphon fixé d'ordinaire vers le *centre*, ou rapproché de la *face ventrale* des cloisons successives, se trouve fixé par conséquent au fond de la chambre extérieure ; ce fond est généralement concave, et la lame transversale qui le constitue n'offre d'ordinaire ni dentelures ni sinuosités. Dans les ammonites, au contraire, le siphon étant proportionnellement étroit et toujours placé vers la *face dorsale*, il suffit beaucoup moins que celui des nautiles à fixer le manteau en place au fond de la chambre antérieure ; aussi cet organe trouve-t-il un autre mode de fixation dans les dépressions nombreuses qu'offre le bord de la cloison transversale, et d'où résulte une série considérable de lobes sur la jonction de cette cloison avec la surface interne de la coquille.

Le plus intérieur de ces lobes, ou *lobe ventral*, est placé sur le bord interne de la coquille ; du côté opposé, et au bord externe, est placé le *lobe dorsal*

supports de la coquille externe contre la pression des eaux à de grandes profondeurs. Ces deux bienfaits, qui résultent simultanément d'une seule et même disposition mécanique, ne font qu'ajouter à l'opinion que nous nous sommes faite de son excellence, et accroître notre admiration pour la haute sagesse à laquelle elle doit son origine.

Conclusion. — En étudiant, comme nous venons de le faire, les preuves d'un plan et d'un dessein primitifs qui nous sont offertes par les débris testacés de la famille des ammonites, nous sommes arrivés à rencontrer dans chaque espèce des témoignages nombreux de l'existence de mécanismes délicats et spéciaux qui avaient pour but de faire de la coquille tout à la fois un flotteur qui soutenait l'animal au sein des eaux, et une demeure qui protégeait son corps contre les injures du dehors.

A mesure que l'animal s'accroissait en volume, et s'avançait vers l'orifice extérieur de la coquille, les espaces qu'il laissait derrière lui se convertissaient successivement en de nouvelles chambres aériennes, d'où résultait, pour la coquille considérée comme flotteur, un accroissement de puissance. Ce flotteur, que dirigeait dans ses mouvements un tuyau traversant la série tout entière des chambres aériennes, était un instrument hydraulique d'une extrême délicatesse qui permettait à l'animal de s'élever suivant son gré à la surface des eaux, ou de descendre dans les profondeurs les plus grandes.

Des êtres créés pour flotter parfois au sein des eaux, ne pouvaient être chargés d'une coquille épaisse et lourde ; et comme, d'un autre côté, une coquille mince renfermant de l'air eût cédé à des degrés différents d'une pression souvent intense des eaux profondes, nous trouvons, soit dans la construction mécanique de la coquille externe, soit dans les cloisons intérieures qui constituent les chambres aériennes, un ensemble de dispositions tout à fait organisées pour la résistance la plus complète. En premier lieu, la forme même de la coquille qui est celle d'un tube recourbé sur lui-même et n'offrant à l'extérieur qu'une surface convexe; puis l'accroissement de puissance qui résulte d'une série de côtes et de voussures formant à la surface convexe de ce tube enroulé, un ensemble de voûtes et de dômes qui ajoutent à sa solidité. Enfin les lames transversales qui forment les chambres aériennes y ajoutent encore une succession non interrompue de supports, dont les ramifications s'étendent sur tous les points de la coquille où plus de solidité était nécessaire.

Si toute disposition régulière démontre l'action d'une cause intelligente, et si plus de perfection dans un mécanisme est la preuve d'une puissance intellectuelle plus élevée dans celui qui l'a produit, tout admirable arrangement que nous offrent les débris pétrifiés de ces coquilles cloisonnées, nous est une preuve aussi ancienne et aussi impérissable que les montagnes mêmes où nous allons les chercher, qui nous atteste la haute sagesse à laquelle ces mécanismes délicats doivent leur origine, en même temps que la Providence et la bonté du Créateur dans l'organisation de chacune des créatures sorties de ses mains.

AMPÈRE (M.), *ses idées sur l'origine de la chaleur intérieure de la terre.* — *Voy.* TERRE.

AMPHIBIES. *Voy.* MAMMIFÈRES.

ANDRIAS. — Espèce de salamandre aquatique gigantesque. *Voy.* PLANTES FOSSILES D'ŒNINGEN et SUBAPENNIN.

ANIMAUX, *ont-ils couvert tout le globe à la fois.* — *Voy.* PALÉOZOÏQUES (TERRAINS).

ANIMAUX FOSSILES, leur respiration. *Voy.* PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE.

ANIMAUX FLOTTANTS. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. I.

ANIMAUX MARINS. — § I. *Leurs conditions d'existence.* — Après qu'il eut été bien

qui embrasse le siphon et se trouve divisé par cet organe en deux bras divergents. En dessous des lobes dorsaux se voient des *lobes latéraux supérieurs* sur chaque côté de la coquille; plus bas encore, à peu de distance au-dessus du lobe ventral, les deux *lobes latéraux inférieurs*.

Les intervalles qui existent entre ces lobes constituent des échancrures ou *selles*, où reposait et se fixait le manteau de l'animal au fond de la première chambre, et ces selles se distinguent de la même manière que les lobes eux-mêmes. Celle qui partage les deux lobes dorsal et latéral supérieur s'appelle selle *dorsale;* la selle *latérale* partage les lobes latéraux supérieurs et latéraux inférieurs; enfin la selle *ventrale* est située entre les deux lobes ventral et latéral inférieur. On retrouve, dans toutes les formes que présentent les ammonites, cette disposition générale avec des modifications diverses; mais lorsque la spire de la coquille s'accroît rapidement en largeur, de telle façon que le dernier tour de spire recouvre complétement ou en partie les tours précédents, on voit s'y surajouter des lobes auxiliaires plus petits qui, suivant la taille de l'ammonite, sont jusqu'au nombre de trois, de quatre ou de cinq paires.

Ces divers lobes, à mesure qu'ils se rapprochent du centre, sont subdivisés eux-mêmes par des dentelures nombreuses qui fournissent des points d'attache au manteau de l'animal, et chacun se trouve ainsi flanqué d'une série de lobes accessoires qui eux-mêmes sont pourvus de dentelures symétriques, dont les extrémités produisent ces belles apparences d'un feuillage compliqué qui s'observent dans les ammonites.

L'origine de ces dentelures est constamment aiguë et a sa pointe dirigée en dedans vers la chambre aérienne précédente ; mais elles sont lisses et arrondies antérieurement vers le corps de l'animal, de manière à offrir des sortes de crampons où s'attachait fortement la base du manteau, et où cet organe s'enracinait en quelque sorte sur le pourtour du plancher de la chambre extérieure.

On ne rencontre de semblables dentelures dans aucune espèce de nautile. M. Owen a vu, dans le *nautilus pompilius*, que la base du manteau adhère à la coquille extérieure, tout près de sa suture avec la cloison transversale, à l'aide d'une forte ceinture cornée; et il est probable qu'une disposition toute pareille existait dans tous les nautiles fossiles. Les côtés du manteau, dans le *nautilus pompilius*, sont aussi fixés sur les flancs de la grande chambre externe, à l'aide de deux muscles puissants et larges dont les empreintes se voient dans la plupart des échantillons de cette coquille.

reconnu que les restes d'animaux et de végétaux ensevelis à différentes époques et à des profondeurs diverses dans l'écorce du globe, provenaient des dépouilles d'êtres organiques qui avaient vécu jadis à la surface de la terre, on admit assez généralement, surtout d'après les recherches de MM. Cuvier et Brongniart dans les environs de Paris, et celles de M. Smith en Angleterre, que les dépôts contemporains étaient caractérisés par des débris organiques semblables. Tant que l'on supposa que ces dépôts se reconnaissaient à leur composition minéralogique, ou autrement, qu'une structure minéralogique déterminée suffisait à préciser l'âge géologique d'une roche, ce fut une hérésie que de douter que l'on pût trouver dans un terrain fossilifère donné, dans quelque localité que ce fût, d'autres fossiles que ceux de certains groupes déterminés pour chacun de ces terrains.

Cette opinion a été tant soit peu modifiée, mais on admet encore la supposition que des débris organiques semblables caractérisent les dépôts contemporains sur des surfaces très-étendues; à tel point du moins que, si l'on découvrait une bélemnite dans la chaîne de l'Himalaya, on serait disposé à croire *à priori* qu'elle s'y trouve dans une portion de la série des couches qui contiennent des bélemnites en Europe. On suppose aussi que la même espèce de coquille fossile caractérise un même dépôt sur des surfaces considérables.

Aujourd'hui, que la science géologique est plus avancée, on ne peut admettre qu'un dépôt puisse ou non être déterminé par les fossiles qu'il contient, avant que d'avoir mûrement examiné les conditions actuelles d'existence de la vie animale et végétale. Quelques-unes de ces conditions sont assez bien connues, de sorte qu'en étudiant soigneusement les caractères zoologiques et botaniques d'une roche fossilifère, nous pouvons connaître par approximation jusqu'à quel point la vie animale et végétale a pu exister jadis, dans des circonstances analogues aux actuelles, ou combien les conditions de la vie organique peuvent avoir varié depuis les époques anciennes.

Il importe surtout de rechercher avec soin les conditions nécessaires à la vie des animaux marins, que l'on reconnaît, d'après les formes observées dans les débris organiques, avoir été le plus abondamment ensevelis dans les couches de la terre, depuis que sa surface a été appropriée à leur existence; au point que, si on enlevait de la masse générale des couches fossilifères toutes les dépouilles d'animaux marins qu'elles contiennent, le volume de ces couches serait tellement réduit que, dans plusieurs cas, des roches composées à peu près exclusivement de débris d'animaux marins devraient presque entièrement disparaître.

La température de la mer n'est point exposée à ces grands changements brusques que l'on observe dans l'atmosphère. Sans doute que les changements des climats suivant les saisons produisent des variations analogues dans la température des eaux des zones correspondantes; mais ces variations sont relativement peu considérables, ainsi qu'on peut s'en assurer en comparant les tables des températures de la mer sur une côte quelconque avec les températures de l'air dans la même localité. Ainsi les animaux marins ne sont pas sujets, au même point que les animaux qui respirent l'air libre, à la nécessité d'un changement d'habitation d'après les seuls effets des changements de température.

La température de la mer est nécessairement sujette à de plus grandes variations dans les eaux peu profondes que dans les hautes mers. Il s'ensuit que les animaux qui vivent de préférence sur les bas-fonds seront exposés (à moins qu'ils ne soient organisés de manière à supporter tous les changements de température, comme le sont sans doute plusieurs de ces animaux) à changer de demeure plus souvent que ceux qui vivent dans la haute mer, en supposant que celle-ci soit habitée (21). En d'autres termes, nous devons nous attendre à ce que les animaux marins qui habitent les bas-fonds près des côtes vivent à des profondeurs moins constantes que ceux qui habitent des eaux plus profondes.

Si l'on part du niveau de la mer à l'équateur, et que l'on néglige les petites irrégularités de détail, la température décroîtra verticalement, soit qu'on descende jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'Océan, soit qu'on s'élève vers les plus hautes cimes qui se projettent dans l'atmosphère. On aura ainsi des hauteurs ou des profondeurs auxquelles les animaux qui recherchent une température donnée peuvent la trouver entre certaines limites. Mais la température, quoiqu'elle soit une des conditions nécessaires à l'existence de la vie animale, et qu'elle contribue surtout à la distribution qu'affectent les animaux à la surface du globe, n'est point la seule circonstance à laquelle il faille avoir égard dans des recherches de cette nature. De même que nous voyons les animaux vivant dans l'atmosphère rechercher des densités d'air déterminées, de même il y a des densités d'eau fixées pour la vie des animaux marins. Si l'on réfléchit que la vie animale décroît à mesure que l'atmosphère devient plus froide et moins dense, et que la vie marine est moins abondante à mesure

(21) Les poissons et les mollusques des bas-fonds sont sujets aussi à changer leur demeure, à cause de l'agitation des vagues. Quelques-uns d'entre ces animaux se réfugient dans des mers plus profondes; d'autres se retirent dans des baies ou des criques plus tranquilles. Quelquefois, après de grandes tempêtes d'une longue durée, on trouve des animaux marins dans des embouchures de rivières, où ils ne pénètrent jamais dans des temps de calme. Des peignes entrent souvent, lorsqu'il fait mauvais temps en mer, dans des criques et des embouchures sur les côtes du Devonshire, à moins que l'eau n'en soit entièrement douce, et ils s'en éloignent aussitôt que les tempêtes ont cessé.

que la pression de l'eau augmente et que la lumière diminue, on aura, pour ainsi dire, deux séries de zones, l'une s'élevant au-dessus de l'Océan, l'autre descendant au-dessous; et les termes de chaque série, toutes choses égales d'ailleurs, offriront les circonstances les plus favorables au développement de la vie animale, à mesure qu'ils approchent de la surface de l'Océan.

Tous les naturalistes savent que les animaux marins vivent à des profondeurs d'eau déterminées pour chaque espèce ; ce qui implique qu'il leur faut une pression d'eau et une température données. Ainsi, les animaux marins que l'on pêche entre les tropiques à de grandes profondeurs, et qu'on ne rencontre jamais sur les bas-fonds, existent habituellement sous une plus grande pression et à une température plus basse que les autres êtres tropicaux qui vivent dans les basses eaux. On voit, par les expériences faites sur la température des mers des tropiques à diverses profondeurs, combien les animaux habitant les bas-fonds sous ces latitudes se trouveraient bientôt dans des circonstances défavorables à leur existence, sans même tenir compte de la différence de pression qui, sans aucun doute, produirait des effets tout aussi désastreux. Les expériences de MM. Sabine, Wauchope et Lentz (22) prouvent que, tandis que la température de la surface de la mer sous les tropiques est de 26° centigrades environ, on peut trouver une température variant de 3° 22 à 10° centigrades à la profondeur de mille brasses environ, la température des grandes profondeurs étant plus élevée à mesure qu'on approche de l'équateur. La manière dont décroît la température est très-bien indiquée dans les expériences faites par M. Lentz à 21° 14' de latitude nord. L'eau à la surface étant à 26° 39, il trouva 16° 33 à cent cinquante brasses, 3° 17 à quatre cent quarante brasses, 2° 89 à sept cent neuf brasses, et 2° 50 à neuf cent soixante-seize brasses. On voit que les changements de température sont très-rapides à des profondeurs moyennes, tandis que dans les grandes profondeurs la température est plus constante ; c'est là un fait général qui a été reconnu, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, sous toutes les latitudes.

Le changement de température qui a lieu à mesure que la profondeur de la mer augmente, ayant quelque rapport avec ce qui se voit à mesure qu'on s'élève au-dessus de son niveau, on est naturellement conduit à se demander si les êtres que l'on sait exister dans les eaux des climats tempérés, ne pourraient pas vivre sous les tropiques à des profondeurs où ils trouveraient la même température, tout comme les plantes qui vivent dans le Nord au bord de la mer, peuvent se retrouver sur les hautes montagnes des zones tempérées. On pourrait dire, sous le rapport de la pression, qu'il n'y a point de raison *a priori* pour que certaines plantes pussent plutôt soutenir des pressions différentes que ne le pourraient certains animaux marins. Nous ne nous arrêterons pas à examiner jusqu'à quel point il y aurait de l'analogie entre les deux cas ; car il est une autre considération, beaucoup plus importante, dont il faut nécessairement tenir compte dans toute recherche du genre de celles qui nous occupent dans ce moment. Les êtres marins qui vivent habituellement sur des bas-fonds, et par conséquent dans un milieu dans lequel l'air atmosphérique est disséminé avec abondance, pourraient-ils également vivre dans de grandes profondeurs, où nous pouvons juger que, s'il se trouve de l'air atmosphérique, il doit tout au moins y être infiniment plus rare ?

Nous savons, pour ce qui concerne les poissons d'eau douce, que si on les plonge dans de l'eau distillée, ils y meurent par le manque de l'air que contiennent ordinairement les eaux des lacs et des rivières, et nous pouvons en conclure que les poissons de mer ne pourraient pas plus vivre dans une eau qui ne contiendrait pas d'air disséminé, que les poissons d'eau douce dans l'eau distillée.

Toute l'analogie présumée plus haut entre les plantes et les animaux, paraît donc cesser ; car les plantes pourraient tout aussi bien se procurer les matières gazeuses nécessaires à leur existence, dans une position que dans l'autre ; il importe cependant de ne pas oublier que, par suite de l'appropriation de la vie animale et végétale aux situations auxquelles elle est destinée, un grand nombre de plantes qui vivent dans des régions où la densité de l'atmosphère est comparativement faible, sont pourvues, suivant M. de Humboldt, d'une abondance de vaisseaux sécrétoires, en sorte que la respiration des feuilles de ces plantes se trouve dérangée lorsqu'on les transporte dans des régions où la pression atmosphérique est plus forte (23).

On ne saurait guère comprendre comment les animaux marins pourraient décomposer l'eau pour se procurer l'oxygène qui leur est nécessaire ; c'est donc l'air absorbé par l'eau et disséminé dans la masse de l'océan, qui doit fournir à ces créatures leur moyen principal d'existence, en admettant que l'oxygène est nécessaire à toute la création animale, et que la vie ne peut se soutenir que par l'absorption à intervalles fixes d'une quantité déterminée d'oxygène, quelque inégaux que ces intervalles puissent être dans les différents animaux (24). Nous n'avons aucune donnée sur les profondeurs jusqu'auxquelles l'air peut

(22) *Manuel géologique*, art. *Température de la mer*.

(23) *Tableau de la nature*, tom. II, p. 106.

(24) On pourrait dire à la vérité que si les animaux inférieurs consomment une petite portion de l'oxygène faisant partie de l'air atmosphérique disséminé dans les grandes profondeurs, les intervalles entre les absorptions peuvent être si grands pour ces animaux, et la quantité d'oxygène qui leur est nécessaire si petite, qu'un très-petit volume d'air

se trouver disséminé dans l'eau, mais les observations curieuses de M. Biot sur les gaz contenus dans la vessie natatoire des poissons, nous prouvent que ces gaz varient probablement suivant les profondeurs auxquelles les poissons vivent d'habitude. M. Biot trouva que ces vessies n'étaient point remplies d'air atmosphérique, mais d'azote presque pur, dans les individus qui vivent près de la surface ; et d'un mélange de près de neuf parties d'oxygène et une d'azote dans ceux qui vivent dans les profondeurs de 500 à 600 brasses (25). On peut en conclure que les poissons peuvent difficilement se procurer de l'azote dans les grandes profondeurs, tandis qu'il abonde près de la surface, et que par conséquent l'air atmosphérique est plus abondamment disséminé à la surface que vers le fond de la mer. On peut supposer aussi que l'eau de la mer absorbe l'oxygène plus facilement que l'azote, et que par conséquent le premier de ces gaz peut se trouver disséminé dans l'eau à de plus grandes profondeurs. Quoi qu'il en soit, la différence des gaz contenus dans les vessies natatoires des poissons est un fait très-remarquable ; il paraît indiquer qu'il y a une différence dans les matières gazeuses disséminées dans l'eau de la mer à diverses profondeurs, du moins en ce qui regarde les quantités relatives d'oxygène et d'azote.

On pourrait croire que les poissons étant pourvus de ces vessies natatoires, ils devraient être susceptibles de s'élever dans l'eau à la hauteur qu'il leur plairait, et qu'ils pourraient se procurer, en conséquence, toute la quantité de l'air disséminé qui leur est nécessaire. Il paraît pourtant, quoique les poissons puissent monter et descendre à volonté entre certaines hauteurs d'eau, que leurs habitations sont limitées, suivant les espèces, à des zones d'eau d'une certaine épaisseur. Comme les poissons, ou du moins le plus grand nombre d'entre eux, montent et descendent dans l'eau en dilatant ou comprimant les gaz contenus dans leur vessie natatoire, il est évident que lorsque ces gaz auront acquis, par la pression, une densité égale à celle de l'eau ambiante, les poissons ne pourront pas descendre plus bas sans de grands efforts musculaires; de même qu'ils ne pourront que difficilement s'élever au delà d'une certaine hauteur. M. Pouillet a remarqué, à ce propos, que le gaz contenu dans les vessies natatoires de poissons pêchés à la profondeur de mille mètres, c'est-à-dire sous une pression égale à peu près à cent atmosphères, augmente tellement de volume en arrivant à la surface, que tout effort musculaire ne pouvant le contenir, il s'échappe en refoulant la vessie, l'estomac et les organes voisins, qui sortent par la gueule en formant un ballon fort singulier (26).

Nous n'avons aucune raison de croire que les diverses espèces de poissons soient les seuls êtres marins dont l'habitation est limitée à de certaines profondeurs d'eau déterminées ; il est plus naturel de penser que tous les animaux qui vivent dans l'océan s'y trouvent dans la même condition. La pression et la température changent avec la profondeur ; et il ne doit pas être plus facile à un animal, quel qu'il soit, de vivre tout aussi bien près de la surface de la mer et à mille brasses de profondeur, qu'il ne le serait à un homme de respirer aussi aisément à 30,000 pieds d'élévation qu'il le fait dans nos plaines. Dans toute l'organisation animale, les espèces paraissent formées pour supporter une pression particulière, soit d'air ou d'eau, pression qui est celle qui se rencontre dans l'habitation à laquelle ces espèces sont destinées. Cependant les animaux vivant dans l'atmosphère souffriront moins, toutes choses égales d'ailleurs, d'un changement vertical d'une hauteur déterminée, que ne le feraient des êtres vivant dans l'eau. Un aigle, habitué à planer à de grandes élévations, peut vivre au niveau de la mer ; mais il est très-douteux qu'un requin puisse vivre longtemps à de grandes profondeurs, quoique les animaux de proie soient, certes, organisés de manière à supporter plus facilement de tels changements, par la nécessité dans laquelle ils se trouvent de rechercher leur proie à différentes hauteurs de l'eau.

Les poissons ne peuvent se tenir sans effort à quelque hauteur d'eau que ce soit, si leur pesanteur spécifique du moment n'est pas celle exactement du milieu dans lequel ils se trouvent. Il est évident que dans plusieurs poissons le changement de pesanteur spécifique relative se fait par la contraction ou la dilatation des gaz contenus dans la vessie natatoire, et nous avons vu plus haut quelles sont les conséquences du transport de ces gaz des grandes aux petites profondeurs. Il se présente maintenant une autre question. Le fluide qui circule dans les animaux marins est, suivant toute probabilité, d'une densité telle à pouvoir se mouvoir sous la pression d'une hauteur d'eau déterminée ; un changement dans cette hauteur d'eau ne serait-il pas suivi d'un changement correspondant dans la circulation de ces animaux ? Quoique l'on puisse regarder le fluide circulant et l'eau ambiante comme doués d'une certaine élasticité, cette élasticité ne produirait jamais des effets analogues à ceux qui sont dus à l'expansion des substances gazeuses ; il faudrait donc probablement des différences de pression très-considérables pour produire des effets appréciables.

Partout où il existe une créature, nous pouvons la regarder comme contenue en partie par une pression donnée, telle que

pourrait leur suffire pour des temps considérables. S'il en était réellement ainsi, on aurait là encore une preuve de l'appropriation des organes des animaux aux conditions dans lesquelles ils se trouvent placés.

(25) Biot, cité par Pouillet, *Eléments de physique expérimentale*, tom. I, p. 187.

(26) *Elément de physique expérimentale*, tom. I^er^, p. 188, seconde édition.

cette créature puisse se mouvoir librement dans le milieu gazeux ou aqueux dans lequel elle vit habituellement. La force musculaire est proportionnée à cet état de choses. Que si cette pression diminuait par une cause quelconque, l'être organique tendrait à changer de volume, afin de s'adapter au milieu ambiant. Ce dérangement se ferait ressentir d'abord dans les vaisseaux les plus subtils et les plus délicats, construits avec une précision si parfaite que les causes qui déterminent leur action sont toujours égales aux effets qu'elles doivent produire. Une pression adaptée à l'organisation de l'animal, fait partie de ces causes; et lorsque cette pression devient plus ou moins grande que d'habitude, l'animal souffre en proportion de cette différence, au point que, si elle devient considérable, l'animal cesse d'exister. Quoique l'homme puisse vivre sous des pressions différentes sans en éprouver des sensations désagréables, cependant sur les hautes cimes telles que le mont Blanc, et par conséquent sous une pression considérablement moindre que l'habituelle, il est exposé, par le manque de la pression qui lui est nécessaire, aux sensations les plus pénibles; chaque pas qu'il fait est pour lui un grand effort; sa respiration est accélérée, les vaisseaux sanguins les plus ténus commencent à céder, et il se sent dans des conditions pour lesquelles il n'est point organisé. Ce qu'il éprouve lui apprend, en un mot, qu'il ne peut continuer d'exister que sous une pression donnée, à laquelle toutes les parties de son corps sont adaptées.

Lorsque l'on étudie les effets de la pression sur les animaux marins, il ne faut point oublier que d'après la grande différence qui existe entre l'élasticité de l'air et celle de l'eau, le changement de pesanteur spécifique relative d'un animal qui s'élèverait à une hauteur donnée dans l'atmosphère, serait beaucoup plus grand que celui d'un animal marin non pourvu de vessie natatoire ou d'un organe analogue, qui descendrait dans la mer à une profondeur égale. En ce qui concerne les fluides, et en estimant les changements des pesanteurs spécifiques relatives avec le milieu ambiant, qu'un animal peut supporter sans inconvénient, par ceux que peut supporter un homme dans un air raréfié ou condensé, on peut croire que la seule différence dans les pesanteurs spécifiques relatives de l'eau de la mer et des fluides qui circulent dans les animaux marins, ne produirait pas de grands effets, même par de grands changements de profondeur. Il en est autrement pour ce qui a rapport aux différences de pression. Un animal vivant à la profondeur de 100 pieds aurait à soutenir une pression d'environ 60 livres par pouce carré (en y comprenant la pression de l'atmosphère), tandis qu'à 4000 pieds, profondeur qui n'est pas extraordinaire, un animal supporterait une pression de 1830 livres à peu près par pouce carré. Il est impossible, d'après ce que nous savons sur la structure générale des animaux et sur la délicatesse de leurs organes, de supposer qu'il existe un animal capable de supporter impunément une différence de pression si énorme.

On peut conclure en toute sureté que, puisque la pression, la température et probablement aussi la quantité d'air disséminé changent dans la mer en raison de la profondeur, les animaux marins doivent avoir une organisation adaptée aux conditions sous lesquelles ils sont appelés à vivre; et comme ces conditions varient, il est probable que l'organisation des animaux variera d'une manière correspondante dans les différentes profondeurs. Il est encore un élément dont il faut tenir compte ici; nous voulons parler de la lumière. Il est difficile de dire jusqu'à quel point la lumière est nécessaire à la vie des êtres marins; quelques animaux qui habitent dans la vase et les bancs de sable, peuvent en tous cas vivre longtemps sans lumière, et ils s'en passent de leur propre choix; mais la lumière doit être essentielle à tous les animaux qui sont doués des organes de la vision. Il s'ensuit que ces animaux doivent rechercher les hauteurs d'eau auxquelles ils trouvent le degré de lumière qui leur est convenable : en sorte que nous devons nous attendre à trouver dans des eaux relativement peu profondes la plus grande masse des poissons, des crustacés et de ceux des mollusques qui ont des yeux. Ceux de ces animaux qui vivent dans des eaux plus profondes, où il y a moins de lumière, doivent présenter quelque modification dans les organes de la vision qui puisse les préserver de l'inconvénient de vivre dans une obscurité relative. C'est là précisément ce qui a lieu, et nous citerons pour exemple le *pomatomus telescopium*, pêché à des profondeurs considérables sur les côtes de Nice, dont les yeux, remarquables par leur grandeur, sont formés pour tirer parti de tous les rayons de lumière qui peuvent pénétrer jusqu'aux lieux qu'il habite.

Nous ne pouvons nécessairement avoir que peu de données sur les profondeurs auxquelles vivent les mollusques qui habitent les divers coquillages. Les coquilles qu'on trouve communément au bord de la mer, y ont été rejetées par l'action des vagues qui viennent se briser le long du rivage. Dans les circonstances ordinaires la mer ne rejette que les coquilles seules; ce n'est qu'après des tempêtes violentes qui ont produit de grandes agitations sur les bas-fonds voisins des côtes, que l'on trouve encore les animaux dans les coquilles rejetées sur les plages. Il paraîtrait que le mouvement de l'eau dans les grandes tempêtes, a balayé les sables ou la vase dans laquelle vivent habituellement quelques-uns des mollusques, et que, ne pouvant résister à l'action des vagues, ces animaux ont été rejetés ainsi sur le rivage.

Il est évident que, les vagues n'ayant une action capable d'enlever des coquilles qu'à des profondeurs peu considérables, l'on ne

peut trouver sur les plages, dans les circonstances ordinaires, des coquilles d'animaux vivant à de grandes profondeurs : et ce n'est qu'en pêchant, en draguant, ou par des moyens analogues, qu'on peut se procurer les coquilles des animaux qui se tiennent de préférence à des profondeurs en dehors de l'action des vagues. Nous ne pouvons donc savoir quelles sont les profondeurs exactes auxquelles vivent ces animaux, et il peut y avoir des espèces nombreuses, des genres entiers peut-être dont nous n'arriverons jamais à avoir connaissance dans l'état ordinaire des choses. On peut croire cependant que la grande pression, et les autres circonstances que nous avons mentionnées plus haut, doivent borner l'existence des mollusques à des profondeurs peu considérables. Les ouvrages de conchyliologie manquent, en général, de renseignements sur les profondeurs auxquelles on a trouvé des coquilles avec leurs animaux en vie, au grand regret des géologues, qui sont privés ainsi de l'aide que les débris organiques qui se trouvent dans une couche quelconque, pourrait leur donner pour fixer la profondeur probable à laquelle cette couche a été formée. M. Broderip a construit un tableau dans lequel il indique la profondeur et la nature du fond sur lequel on a trouvé les genres connus des coquilles vivantes, soit marines, soit d'embouchure des fleuves.

ANNÉLIDES (27).

Serpula (comprenant les genres *vermilia* et *galeolaria* de Lamarck). Les espèces sont en général littorales ; adhérentes aux rochers, aux galets, aux coquilles, aux crustacés, aux coraux et autres corps marins.

Spirorbis. Sur les plantes marines, les coquilles, etc. ; dans les mêmes situations à peu près que le genre précédent.

Sabella. Sur les côtes ; adhérentes aux coquilles ; dans les eaux peu profondes en général.

Terebella. Dans les mêmes situations à peu près.

Dentalium (28). Quelquefois à de grandes profondeurs ; le plus souvent près des rivages.

Pollicipes. Adhérents ordinairement aux rochers sur les bas-fonds.

Pentelasmis. Adhérents aux rochers, etc. ; se rencontrent fréquemment dans les hautes mers sur des bois flottés, des liéges de filets, des janthines, des bouteilles ; ils adhèrent quelquefois aussi au corps des bâtiments.

Scalpellum. Adhérents aux coraux, etc. ; en général près des rivages.

Otion. Adhérents aux rochers, et quelquefois à des corps flottants ; on en a trouvé d'adhérents à des coronules.

Cinaras. Mêmes habitations à peu près ; il en existe un groupe au Muséum du collége des chirurgiens de Londres qui adhère à la queue d'un serpent d'eau.

Lithotrya. Adhérents au fond d'une cavité régulière profonde, creusée apparemment par l'animal dans les rochers.

Balanus. Sur les rochers et les coquilles, jusqu'à la profondeur de dix brasses ; adhérents au corps des bâtiments et à d'autres corps flottants.

Octomeris. Adhérents aux rochers.

Conia. Attachés aux pierres, aux rochers, aux coquilles, etc.

Catophragmus. Adhérents aux conia, mêmes habitations probablement que ce dernier genre.

Clitia. Sur les côtes, attachées aux coquilles.

Tubicinella. Dans la graisse des baleines.

Coronula. *Idem.*

Chenolobia. Sur le dos des tortues ; adhérentes et quelquefois amarrées à l'écaille de ces animaux.

Acasta. Dans les éponges.

Creusia. } Dans les coraux.
Pyrgoma. }

	Profondeur en brasses.	Observations
Aspergillum	+	Dans les sables ; probablement sur les bas-fonds.
Clavagella	0 à 11	Dans les rochers.
Fistulana	+	Sables ou vase solide.
Septaria (Lam.)	+	Portées au jour par l'action volcanique sur les côtes de Sumatra.
Gastrochæna	3 à 10	Dans l'intérieur d'autres coquilles, ou dans des cavités préexistantes dans les rochers ; ou dans des cavités des rochers creusées et incrustées par l'animal.
Teredo	0 à 10	Il perfore les bois ; détruit les pilotis, les digues, les bâtiments.
Pholas	0 a 9	Il perce le bois, les rochers, l'argile durcie, etc.
Xylophaga	0 à 45	Il perfore le bois ; un échantillon a été rejeté par la mer à Gravesend dans un fragment de bois.
Petricola	0 à 11	Dans les rochers et les coquilles ; dans des cavités que l'animal se creuse lui-même.
Solen	0 à 13	Plages de sable ; ils y creusent des cavités verticales et s'y tiennent cachés lorsque les sables sont

(27) Le signe + indique soit que la profondeur est inconnue soit que l'on n'a pas de données assez précises pour la fixer ; le 0 signifie que le genre, en regard duquel il est placé, se trouve quelquefois à la surface même de l'eau ou près de cette surface.

(28) Les observations de M. Savigny et celles de M. Deshayes portent à croire que ce genre approche de bien près des mollusques, si même il ne doit pas être rangé dans cette classe. Cuvier, dans la dernière édition du *Règne animal*, place le genre *dentalium* dans ses annélides tubicoles, mais avec une sorte d'hésitation. « Si l'opercule, dit-il, rappelle le pied des vermets et des siliquaires, qui déjà ont été transportés dans la classe des mollusques, les branchies rappellent beaucoup celles des amphitrites et des térébelles. Des observations ultérieures sur leur anatomie, et principalement sur leur système nerveux et vasculaire, résoudront ce problème. » (Tom. III, p. 107.)

	Profondeur en brasses	Observations.
		découverts à la marée basse.
Solenicurtus		A de médiocres protondeurs.
Glycymeris		Même habitation probablement.
Mya		Plages; elles s'y tiennent souvent ensevelies, leur tube faisant à peine saillie; dans la vase; aux embouchures de rivières.
Panopœa	+	Sables; bas-fonds.
Anatina		Mêmes situations à peu près.
Lutraria	+	Sables.
Solenella	7 à 45	Vase molle.
Mactra	0 à 12	Vase sableuse et sables.
Galeomma	+	Côtes.
Anatinella	+	Sables. Côtes de Ceylan.
Crassatella	8 à 12	Vase sableuse.
Pholadomya	+	Probablement dans les eaux profondes; le seul échantillon vivant connu (qui est dans la collection de M. Broderip) a été rejeté sur la plage à Tortola, après un ouragan.
Solenimya	+	Probablement sur des bancs de sable.
Amphydesma	0 à 40	Sables et vase.
Cumingia	0 à 6	Dans l'argile, la vase et les fentes des rochers.
Corbula	0 à 13	Vase sableuse.
Pandora	0 à 10	Sables.
Saxicava		Littorales. Dans des pierres et des coquilles.
Venirupis		Littorales. Dans des rochers et des sables.
Pullastra	0 à 10	Sables ou vase sableuse.
Sanguinolaria	5 à 13	Vase sableuse.
Psammobia	0 à 13	Sables.
Tellina	0 à 17	Sables.
Tellinides	0 à 16	Vase sableuse.
Corbis	+	Probablement sur les sables.
Lucina	5 à 11	Vase sableuse et vase.
Ungulina	+	Sables probablement.
Donax	0 à 10	Sable et vase sableuse.
Capsa	5 à 12	Vase sableuse et vase molle.
Astarte	0 à 10	Vase sableuse.
Cyprina	+	Vase sableuse.
Cytherea	0 à 50	Vase, sables, sables grossiers.
Venus	0 à 50	*Idem.*
Venericardia	0 à 50	Vase et sables.
Cardium	0 à 13	Vase, sables et graviers.
Cardita	0 à 13	Vase et sables. Adhérentes aux pierres quelquefois.
Cypricardia	+	Sables et sur les récifs.
Isocardia	10 à 20	Vase et sables.
Cucullæa	+	Sables.
Byssoarca	0 à 75	Amarrées aux pierres et aux coquilles.
Arca	0 à 17	Vase sableuse et vase; amarrées aux pierres, aux coraux, etc.

	Profondeur en brasses.	Observations.
Pectunculus	5 à 17	Vase sableuse et sables
Nucula	0 à 60	Vase sableuse et sables. Embouchures et haute mer (29),
Trigonia	6 à 14	N'ont été découvertes jusqu'ici que sur les côtes d'Australie; vase sableuse.
Myocnama		Sur les trigonies.
Chama	0 à 17	Adhérentes aux rochers, aux pierres et aux coquilles.
Cleidotherus		*Idem.* Bas-fonds.
Tridacna	0 à 7	Amarrées aux rochers et sur les récifs de corail.
Hippopus	0 à 7	Amarrées aux rochers.
Modiola	0 à 17	Littorales; amarrées aux pierres et aux coquilles (30),
Mytilus		*Idem* et sur les crustacés, les coquilles, etc.
Lythodomus	0 à 10	*Idem.* Adhérents d'abord par leur byssus aux rochers, dans lesquels ils pénètrent plus tard pour habiter la cavité qu'ils y ont creusée. Dans des coquilles.
Pinna	0 à 17	Fonds de sables; amarrées par un byssus.
Crenatula	+	Dans les éponges et amarrées aux coraux, etc
Perna	0 à 10	Littorales. Amarrées aux mangliers, aux coraux, etc.
Malleus	0 à 7	Amarrés par un byssus aux rochers, etc.
Avicula	0 à 20	Amarrées aux mangliers, aux coraux, aux coquilles et aux rochers.
Meleagrina	0 à 10	Amarrées aux rochers par un byssus.
Pedum	+	Attachés aux rochers.
Lima	0 à 50	Amarrées par un byssus.
Pecten	0 à 20	Sables, vase sableuse et vase.
Plicatula	4 à 11	Adhérentes aux pierres, aux coquilles, etc.
Spondylus	0 à 17	Attachés aux rochers, aux coraux, etc.
Gryphæa	Bas-fonds	Sur les graviers et les sables; embouchures.
Ostrea	0 à 17	Sur les graviers et les sables; embouchures et haute mer. Adhérentes quelquefois aux rochers, aux arbres, etc. (31).
Vulsella	+	Dans les éponges, etc.
Placuna	+	Fonds de sable.
Anomia	0 à 12	Sur les huîtres et d'autres coquilles; sur les rochers, etc.
Placunanomia	11 à 17	Vase sableuse.
Crania	+	Sur les pierres et les coquilles. Pêchées avec des coraux dans la Mé-

(29) Suivant M. Cuming, les espèces de ce genre vivent à des profondeurs très variables; car il a trouvé la *N. cuneata* de 14 à 45 brasses; la *N. obliqua* de 14 à 60 br.; et la *N. Pisum* de 17 à 45 br.

(30) La *modiola discors* flotte librement, enveloppée dans son propre byssus soyeux. Une modiole vit dans les ascidies, et une autre flotte dans les algues du Golfe ou de *Sargasso*.

(31) M. Broderip possède un grand individu de crabe, sur le dos et les pinces duquel sont attachés plusieurs huîtres; quelques-unes de ces huîtres sont très-grandes et ont dû avoir de six à sept ans. Le crabe et les huîtres étaient vivants lorsque l'échantillon fut apporté à Londres.

	Profondeur en brasses.	Observations.
		diterranée, et avec les lignes des morues sur les côtes de Shetland; très-profondes probablement.
Orbicula	0 à 17	Attachées à des pierres, des coquilles, des débris de naufrage, etc.; vase sableuse.
Hypponix	0 à 16	Adhérentes aux pierres et aux coquilles.
Terebratula	10 à 90	Amarrées aux rochers, aux rochers, etc.
Thecidium		Parmi le corail rouge. Mers de Toscane.
Lingula	0 à 17	Trouvées à la marée basse, dans un sable grossier, de quatre à six pouces au-dessous de la surface du sable. Sables de corail.
	MOLLUSQUES.	
Hyalea	+	Nageant librement.
Chiton	0 à 25	Rampant et adhérant sur les rochers, les pierres, etc., et il y adhère.
Capulus (*Pileopsis*, Lam.)	0 à 20	Rampant et adhérant aux coquilles et aux pierres.
Scutella		Sable de corail et plages de sable.
Patella	0 à 30	Côtes de rochers et pierres; algues marines.
Pleurobranchus	+	*Idem.*
Umbrella	+	*Idem.* Littorales.
Parmophorus	+	*Idem.*
Emarginula	0 à 11	*Idem.*
Siphonaria	+	*Idem.* Littorales.
Fissurella	0 à 25	*Idem.*
Calyptræa	0 à 25	Rochers, pierres et coquilles.
Crepidula	0 à 40	*Idem.* Côtes, embouchures; rivières où monte la marée.
Bulla *Bullæa*	0 à 12	Sables et vase sableuse; embouchures.
Aplysia	+	Adhérentes aux rochers.
Dolabella	6	Sables.
Melania		Embouchures; dans les eaux douces aussi.
Nerita		Littorales; rampent sur les rochers et les algues.
Natica	0 à 40	*Idem.* Vase et vase sableuse. Embouchures; rivières où monte la marée.
Janthina		Nageant librement dans l'Océan.
Sigaretus	à 15	Sable.
Stomatia	7	Sur les méléagrines et les coraux.
Haliotis		Littorales; adhérentes aux rochers, etc.
Scissurella	+	
Tornatella	Bas-fonds.	Rampant sur les sables et laissant des sillons.
Pyramidella	0 à 12	Sur les récifs de corail, les sables et les vases sableuses.
Vermetus	0 à 12	Dans les éponges; sur les pierres et les coquilles; dans le sable de corail et le sable.
Siliquaria	+	Trouvées dans les éponges.
Magilus	+	Dans les coraux. A mesure que le corail augmente de volume, le Magile sécrète un tube très-épais et presque cristallin, dont l'extrémité est toujours à la surface du corail.
Stylifer	+	Implantés dans les rayons des Astéries; trouvés sur les Echinus. Littoraux.
Scalaria	à 13	Vase sableuse.
Rissoa	+	Côtes et rivages.
Delphinula	+	Rampant sur les rochers et les algues.
Solarium		Littoraux; sur les rochers et les algues.
Rotella	+	*Idem* probablement.
Trochus	0 à 45	Rampant sur les rochers et les algues; sables, vase sableuse et gravier.
Monodon	+	Sur les rochers et les algues.
Littorina		*Idem.* Littorales (32).
Turbo	0 à 10	Sur les rochers et les algues.
Planaxis		Littorales; sous les pierres.
Phasianella	Peu profondes.	Iles, côtes et embouchures.
Turritella	5 à 20	Vase sableuse.
Cerithium	0 à 17	*Trouvés sur des fonds de nature diverse. Embouchures (33).
Potamides		*Embouchures; dans les eaux douces aussi.
Pleurotoma	8 à 16	*Fonds de nature diverse.
Turbinella	0 à 18	*Vase sableuse.
Cancellaria	5 à 16	**Idem.*
Fasciolaria	0 à 7	*Vase.
Fusus	0 à 11	*Vase, vase sableuse et sable.
Pyrula	0 à 9	**Idem.*
Struthiolaria	+	*
Ranella	0 à 11	*Fonds de nature diverse.
Murex	5 à 25	**Idem.*
Typhis	6 à 11	*Vase sableuse.
Triton	0 à 30	*Fonds de nature diverse.
Rostellaria	+	*Un individu en a été rapporté du fond de la mer dans la vase restée sur la patte de l'ancre d'un vaisseau de la Compagnie des Indes dans le détroit de Macassar.

(32) La *littorina pulchra* a été trouvée sur des mangliers, à 14 pieds au-dessus de l'eau. On en a conservé aussi de vivantes, hors de l'eau, pendant six mois. (CUMING.)

(33) Tous les genres dans lesquels un astérisque précède les observations, peuvent être regardés comme animaux de proie, et, par conséquent, comme changeant de place pour aller chercher cette proie soit vivante, soit morte; et quoiqu'ils puissent se trouver à diverses profondeurs, et sur des fonds de nature diverse, on les rencontre cependant presque exclusivement sur les côtes ou sur des fonds où l'on est sur la sonde. Le plus grand nombre de ces animaux percent les coquilles des conchifères au moyen d'un organe qui fait un trou aussi parfaitement rond que pourrait le faire une tarière, puis ils sucent les chairs de leurs victimes.

Une espèce au moins du genre *cerithium* est très-vivace; car le *C. telescopium*, envoyé de Calcutta à M. G.-B. Sowerby, dans de l'eau de mer, a vécu pendant plus d'une semaine, dans une petite boîte d'étain, après avoir été sorti de l'eau.

	Profondeur en brasses.	Observations.
Pteroceras	+	*Indiqués jusqu'ici comme littoraux seulement.
Strombus	0 à 13	*Fonds de nature diverse probablement.
Cassidaria	+	*Idem.
Oniscia	+	*Littorales; sables grossiers,
Cassis	5 à 8	*Dans les sables.
Ricinula	+	*Sur les récifs de corail et les rochers.
Purpura	0 à 25	*Le plus grand nombre des espèces de ce genre sont littorales.
Monoceras	0 à 7	*Sur les rochers; presque toutes les espèces sont littorales.
Concholepas		*Ne sont connues jusqu'à présent que comme littorales.
Harpa	5 à 11	*Prises au hameçon, et plus souvent encore avec des râteaux le matin, lorsqu'elles vont en quête de leur proie.
Dolium	+	*Sur les récifs.
Nassa	0 à 15	*Sable, vase sableuse et sous les pierres.
Buccinum	0 à 10	*La plupart des espèces sont littorales.
Trichotropis	10 à 15	*Dans la baie comprise entre le cap des Glaces et celui de Lisbonne.
Eburna	+	*Vase sableuse?
Terebra	0 à 17	*Elles rampent quelquefois sur les récifs hors de l'eau, mais à portée de la bruine.
Columbella	0 à 16	*Vase sableuse et vase.
Mitra	0 à 17	*Récifs, vase sableuse, sables. Une espèce a été rapportée par une ligne de sonde, à laquelle elle s'était attachée, dans la Méditerranée.
Voluta	7 à 14	*Sables et vase.
Cymba	Petites profondeurs.	*Idem.
Melo	*Idem.*	*Idem.
Marginella	0 à 9	*Sable, vase sableuse.
Ovulum	0 à 11	*Sous les coraux et les pierres; sur les algues.
Cypræa		*Littorales; sous les coraux et les pierres.
Terebellum	+	*
Ancillaria	+	*Une espèce a été draguée dans les eaux d'une profondeur médiocre à la Nouvelle-Zélande.
Oliva	0 à 12	*Dans la vase, la vase sableuse, le sable grossier; ramenées par des lignes à pêcher.
Conus	0 à 17	*Vase sableuse, etc.
Conohelix	+	Sur les récifs de corail.
Conovulus	Petites profondeurs.	Marins et d'embouchure.
Nodosaria		Littorales.
Spirula		Elles flottent librement sur l'Océan.
Cristellaria		Littorales.
Orbiculina		*Idem.*
Nautilus		Ils nagent librement et rampent sur le fond.
Argonauta		Ils nagent librement.
Carinaria		Près des rivages.

On verra dans ce tableau que tous les mollusques qui y sont cités ont été trouvés à des profondeurs moindres que 100 brasses. Il ne s'ensuit pas que plusieurs espèces, même dans les genres cités, ne puissent vivre à des profondeurs plus grandes; il est même très-probable qu'il en existe au delà de 600 pieds; mais c'est un fait remarquable, que tous les animaux mollusques que nous connaissons jusqu'ici, à quelques exceptions près, peut-être, ont été trouvés vivants à des profondeurs moindres. La surface comprise autour des îles Britanniques par la ligne de sonde de 100 brasses, comprend une grande étendue sur laquelle la profondeur est plus grande de beaucoup que celles citées dans le tableau. Il peut donc exister dans cette étendue de nombreuses espèces dont nous n'avons aucune connaissance. Nous avons peu de chances de connaître jamais les espèces qui vivent entre la ligne de 60 brasses et celle de 100 brasses. Tant que ces animaux sont en vie, ils peuvent facilement se maintenir à leurs places, dans de telles profondeurs, car il n'y a point de courant ou de marée qui puisse les y déranger, et l'action des vagues, si elle se fait ressentir jusque-là, ne peut être que tout à fait insignifiante. La pression entre ces deux lignes doit varier depuis près de 180 jusqu'à 285 livres environ par pouce carré, et cette pression ne doit pas être trop forte pour un grand nombre de mollusques, puisqu'on connaît des poissons qui vivent sous des pressions beaucoup plus considérables; mais il ne faut pas oublier que des mollusques organisés pour supporter une pression de 200 livres par pouce carré, doivent difficilement s'élever jusqu'à des hauteurs où cette pression serait de beaucoup inférieure.

On peut conclure *a priori* que les mêmes espèces d'animaux marins ne doivent point vivre, en général, à des températures ou des profondeurs très-différentes. Cette conclusion est tellement d'accord avec les faits observés, que nous pouvons en tirer encore la conséquence que des températures égales ne suffiront point pour l'existence d'un animal marin quelconque, s'il y a de grandes différences de profondeur; c'est-à-dire, qu'il n'est point vraisemblable qu'un animal qui vit sur les bas-fonds des régions plus froides du globe, se rencontre sous les tropiques dans des eaux ayant la même température, mais à une beaucoup plus grande profondeur; et réciproquement, les animaux marins qui vivent sous les tropiques à des profondeurs considérables ne doivent guère pouvoir exister sur les bas-fonds des zones plus froides. Ainsi, lorsque nous nous occuperons de la distribution des animaux marins à la surface du globe, nous n'aurons pas à craindre d'être induits en erreur, parce que des espèces que nous connaissons sur les bas-fonds des climats tempérés, se trouveraient ailleurs à des profondeurs plus grandes auxquelles nous ne pourrions les atteindre.

Puisque la température, la profondeur de l'eau, et la quantité d'air disséminé, ont une si grande influence sur l'existence des ani-

maux marins, on pourrait conclure que, toutes choses égales d'ailleurs, on doit trouver les mêmes espèces à des profondeurs déterminées et sous des latitudes semblables. Ce n'est point là cependant ce qui s'observe dans la nature, où nous trouvons, à quelque exception près, que des espèces fort différentes se trouvent dans des conditions qui paraissent identiques. En admettant donc que les espèces sont des créations distinctes, et non de simples modifications des genres, en conséquence du temps et des lieux, on arrive à conclure que l'on ne trouve point les mêmes espèces sous des conditions égales; et que les espèces ont été créées séparément suivant que les lieux qu'elles habitent étaient appropriés à leur existence.

Cette différence des espèces d'animaux marins dans des conditions semblables, en ce qui regarde la température et la profondeur de l'eau, prouve combien il faut être circonspect, en jugeant des époques anciennes par ce qui se passe de nos jours; lorsqu'on serait tenté de décider *a priori* que deux couches sont d'âge différent, parce qu'elles contiennent des fossiles marins différents; car, si nous n'avons point de motif pour nous attendre à trouver le même ensemble d'êtres organiques dans les conditions les plus favorables à une telle identité, à plus forte raison ne pourrons-nous trouver cette égalité d'espèces dans des circonstances moins favorables.

Que si nous passons des animaux marins aux terrestres, nous voyons encore que les mêmes conditions de climat et d'élévation au-dessus du niveau de la mer, ne nous offrent pas généralement les mêmes espèces d'animaux ou de plantes. Les uns et les autres sont toujours admirablement organisés pour les circonstances dans lesquelles ils se trouvent placés, mais l'identité des espèces n'est pas une conséquence de l'identité de ces circonstances. Sans doute que plusieurs plantes peuvent s'accommoder à des conditions différentes, ainsi qu'on le voit dans nos jardins; et plusieurs animaux peuvent vivre sous des climats très-différents, et passer des régions tempérées aux tropicales, ou *vice versa*. Mais si l'on considère la chose en grand, tout en admettant des exceptions nombreuses, on peut dire que les plantes et les animaux terrestres paraissent destinés à occuper les situations dans lesquelles on les trouve, tout comme ces situations paraissent destinées pour l'habitation des êtres organiques qui les occupent. Ces êtres paraissent avoir été créés à mesure que les conditions de leur existence se sont développées, sans que ces conditions aient causé dans des types déjà existants des modifications qui auraient donné lieu à de nouvelles espèces.

Si l'ensemble de l'organisation animale et végétale était aujourd'hui le même qu'il a toujours été, les espèces existantes, qui, lorsque la surface des continents éprouva des changements, peuplèrent les régions qui venaient d'être émergées, durent arriver d'autres localités dont les circonstances étaient semblables ou différentes. Si ces circonstances étaient différentes, les espèces auraient donc la faculté de vivre sous des conditions diverses; et si elles étaient les mêmes, il faudrait que l'ancienne et la nouvelle localité fussent contiguës l'une à l'autre, sans quoi les animaux ou les plantes auraient dû traverser des régions qui ne leur étaient point convenables.

Si un même ensemble d'organisation animale et végétale avait donné lieu à toutes les variations de forme qui se sont produites à la surface de la terre durant le cours des siècles, nous devrions nous attendre à trouver une grande uniformité dans la distribution de cette organisation, et les terrains fossilifères de toutes les époques devraient offrir, pris en masse, une grande ressemblance dans les débris organiques qu'ils contiennent. Or, comme cette conformité ne se rencontre ni dans la distribution actuelle de la vie animale et végétale à la surface du globe, ni dans les fossiles des couches de l'écorce terrestre, nous sommes conduits à admettre ou que le type originaire de l'organisation animale et végétale a pu se modifier pour s'adapter à tous les changements survenus à la surface de notre planète depuis que la vie existe, ou bien qu'il y a eu des créations successives à mesure qu'il se présentait de nouvelles conditions d'existence, en sorte que tout lieu capable d'entretenir la vie a été occupé par les êtres appropriés à ce lieu. Il y aura probablement peu de personnes qui, voyant la beauté du plan de la création, si apparente surtout dans l'organisation des animaux et des végétaux, veuillent se refuser à admettre qu'il y a eu une succession de créations à mesure que de nouvelles conditions se présentaient à la surface du globe, et qui préfèrent croire qu'il y a dans la vie organique une capacité de se modifier suivant les circonstances, capacité dont le résultat définitif serait de convertir un polypier en un homme (34).

(34) Nous ne prétendons nullement que la forme des espèces ne puisse être fortement modifiée par les circonstances dans lesquelles elles se trouvent placées; nous savons au contraire que c'est là un fait bien constaté. M. Gray a démontré que plusieurs des mollusques (animaux si importants en géologie) peuvent changer l'épaisseur de leur test suivant qu'ils vivent dans des eaux agitées ou tranquilles. Il annonce que « les coquilles du *buccinum undatum* et du *buccinum striatum* de Pennant, ne diffèrent entre elles que parce que la première, formée dans une eau agitée, se trouve être en conséquence épaisse, solide et pesante, tandis que la seconde, qui a vécu dans les eaux tranquilles des ports, y est devenue légère, lisse et souvent colorée. » (*Phil. Trans.*, 1835, p. 784.)

Le même auteur remarque aussi que « les coquilles qui présentent des varices branchues ou dilatées, tel les que les *murex*, sont sujettes à de grands changements suivant les circonstances dans lesquelles elles se trouvent placées, ce qui a fait que plusieurs variétés, dues à des causes locales, ont pu être considérées comme des espèces distinctes. Le *murex angulifer* n'est autre chose que le *murex ramosus* avec

§ II. *Distribution des animaux marins et des débris organiques, par suite de soulèvement ou d'abaissement du fond de la mer.* — Puisque la vie animale et végétale est distribuée, à la surface de notre planète, de telle sorte que les mêmes conditions d'existence n'offrent point nécessairement les mêmes espèces, il s'ensuit que les dépouilles organiques qui peuvent se trouver enfouies dans les couches qui se forment aujourd'hui ne seront point nécessairement identiques, même à latitude égale. La distribution des espèces animales et végétales étant si variée, aucun géologue ne peut s'attendre à trouver une couche moderne caractérisée sur des points éloignés l'un de l'autre par les mêmes débris organiques, ce qui ne pourrait avoir lieu que dans des circonstances très-favorables. Certes, personne ne serait surpris de ne point trouver dans les couches qui se forment aujourd'hui sur les côtes de la Grande-Bretagne une seule espèce identique avec celles des couches qui peuvent se former aux Indes. Même à latitudes égales, on ne peut s'attendre à ne trouver que des espèces identiques dans les couches modernes des côtes d'Afrique et d'Amérique, ou d'Amérique et de l'Australie; encore moins s'attendra-t-on à ne découvrir que les mêmes plantes et les mêmes animaux dans les dépôts lacustres qui se forment aujourd'hui dans ces diverses contrées, quelque identiques que soient les climats des localités qu'on voudra comparer entre elles.

Lorsqu'on examine l'hydrographie générale de notre planète, on est frappé de l'espèce de bordure que les lignes de sondage dessinent autour des continents. Cette bordure est sans doute fort irrégulière, la limite extérieure, c'est-à-dire le passage de la profondeur de 150 ou 200 brasses à la mer sans fond, approchant quelquefois de la côte et s'en éloignant ailleurs, suivant les diverses combinaisons des circonstances locales. Ces bordures présentent cependant un caractère général d'uniformité : elles constituent des plaines fort peu inclinées, en général, qui se continuent jusqu'à une profondeur qui est entre 600 et 1,200 pieds, au delà de laquelle il y a le plus souvent un passage brusque à une eau beaucoup plus profonde.

Si toute l'étendue du fond où l'on est sur la sonde était soulevée à la fois d'environ 100 ou 150 brasses, par un mouvement qui, sans être assez brusque pour produire de grandes vagues, le fût assez pourtant pour empêcher la migration des mollusques et autres animaux qui vivaient sur ce fond, tous ces êtres seraient détruits sur la surface ainsi soulevée. Ceux qui seraient incapables de se déplacer rapidement périraient de même, si le soulèvement était plus lent; car ils ne pourraient atteindre la nouvelle ligne, où ils trouveraient la pression et la température pour lesquelles ils sont organisés.

Que le lecteur examine maintenant quels seraient les effets d'un soulèvement du fond de la mer qui entoure la Grande-Bretagne, qui porterait la ligne de 100 brasses au niveau de la surface de la mer sur les animaux marins, sur ceux au moins qui ne pourraient changer rapidement d'habitation. Un tel changement de niveau peut paraître un trop grand événement aux personnes qui ne sont point familiarisées avec les phénomènes géologiques; mais l'étude de ces phénomènes prouve d'une manière évidente que de tels changements ont eu lieu souvent à la surface du globe, que ce ne sont même que des événements de peu d'importance dans l'histoire de la terre : ils n'ont rien d'extraordinaire aux yeux du géologue; il ne peut y avoir de doute que relativement à la longueur du temps qu'a exigé le phénomène. Mais, soit que le soulèvement eût lieu graduellement, ou qu'il se fît d'un seul coup, il y aurait de grands changements dans la condition des animaux marins qui existent maintenant sur la surface que nous supposons ainsi soulevée. Si le soulèvement était tant soit peu brusque, de manière que l'ensemble des animaux qui vivent aujourd'hui au fond de la mer ne pût parvenir à s'échapper, il y aurait une immense destruction d'espèces, car le plus grand nombre de celles qui sont particulières à la surface soulevée périrait probablement. Il resterait de nombreux bassins peu profonds d'eau salée, dans lesquels certaines espèces pourraient trouver un refuge pour quelque temps encore

Les personnes qui ont vu la marée se retirer sur des plages peu inclinées, et qui ont observé la rapidité avec laquelle des surfaces étendues de sable ou de vase se trouvent à sec tout à coup, n'étant plus recouvertes que çà et là de petites flaques d'eau; ces personnes concevront facilement qu'un soulèvement du fond de la mer qui produirait un retrait analogue des eaux ôterait à la grande masse des mollusques, et même à quelques poissons, toute chance de salut. Et pourtant le retrait de l'eau serait tel, que la surface mise à sec ne serait pas plus ravinée que ne le sont les plages de la mer lors du

des varices simples ; et les *murex erinaceus*, *torosus*, *subcarinatus*, *cinguliferus*, *tarentinus* et *polygonus*, sont tous des variétés d'une même espèce. Le *murex magellanicus*, lorsqu'on le trouve dans des eaux tranquilles, est recouvert de larges expansions foliacées aiguës, tandis que la même coquille, dans les mers agitées, n'offre aucune expansion et n'a que des côtes croisées ; dans ces dernières localités elle atteint rarement de grandes dimensions; mais quand elle les atteint, elle devient très-solide et perd presque toute apparence de stries. » (*Ibid.*)

Ces modifications des coquilles, suivant les conditions dans lesquelles les animaux ont vécu, sont d'une fort grande importance pour les géologues, qui ne peuvent jamais connaître des mollusques fossiles que la forme des coquilles. Et, pour embarrasser encore plus leurs jugements, il paraît que des animaux différents peuvent habiter les mêmes coquilles. De tels exemples sont probablement fort rares, mais suivant M. Gray, « les coquilles des *patella* et des *lottia* ne diffèrent aucunement dans leur forme extérieure, et cependant leurs animaux appartiennent à des ordres tout différents. »

reflux. Suivant toute probabilité, le retrait des eaux pourrait être beaucoup plus rapide encore sans que le fond de la mer fût entamé. Il est peu de personnes qui se fassent une idée exacte de la rapidité avec laquelle la marée baisse sur certaines côtes; la rapidité du reflux est assez connue, au contraire, à cause des dangers qu'elle entraîne avec elle. Nous demanderons donc que l'on mesure la rapidité des changements de niveau relatifs du fond des mers, par celle avec laquelle la marée monte sur les plages peu inclinées. On concevra mieux ainsi combien il serait difficile à la plus grande partie des animaux marins de quitter leurs demeures et suivre la marche des eaux; car on sait que sur certaines côtes la rapidité du flux est telle, que des hommes ont la plus grande peine à atteindre le rivage, quoiqu'ils connaissent bien le danger qui les menace; et dans quelques localités il faut toute la vitesse d'un bon cheval pour éviter d'être atteint par les vagues. Il importe de remarquer ici que les animaux marins seraient pris tout à fait au dépourvu par le changement de niveau que nous avons supposé, et qu'ils ne sentiraient le danger que quand il serait trop tard pour s'en mettre à l'abri. Ceux qui sont accoutumés aux grandes marées périraient à coup sûr; car lorsque l'eau se retirerait ils n'éprouveraient aucune inquiétude, et ne chercheraient point à changer de place avant le moment où la marée remonte habituellement.

Il est donc évident que si un changement de niveau avait lieu dans la partie des mers qui entoure la Grande-Bretagne, de telle sorte que la ligne des 100 brasses vînt à la surface de l'eau, il y aurait une grande destruction d'animaux marins; les espèces appartenant à la surface laissée à sec, et qui n'ont point d'organes de locomotion très-actifs, seraient surtout entièrement perdues; et cela quand même le retrait de la mer ne serait pas plus rapide que celui qui a lieu à la marée descendante. Que si quelques animaux parvenaient à la limite de l'étendue actuelle des sondes, la surface sur laquelle ils pourraient s'établir serait tellement bornée (d'après la grande inclinaison du fond près de la nouvelle côte), que, même en supposant que toutes les circonstances appropriées à l'existence de ces espèces s'y pussent trouver réunies sur certains points, il y aurait un bien petit nombre d'animaux qui sût reconnaître justement les points qui leur seraient convenables.

Passons maintenant à d'autres conséquences de ce changement de niveau autour de la Grande-Bretagne. Il resterait, sur plusieurs points de la surface mise à sec, des bassins peu profonds, dans lesquels pourraient se réfugier quelques animaux; mais ces bassins auraient été habités auparavant par d'autres animaux marins qui, si le changement de niveau n'était pas très-considérable, pourraient continuer à y vivre, pour quelque temps au moins. Que s'ils ne trouvaient plus dans ces bassins la profondeur d'eau qui leur est nécessaire, ils périraient probablement, et les bassins ne seraient plus habités que par les animaux qui s'y seraient réfugiés lors du soulèvement. Ces bassins n'existeraient pas longtemps dans leur première condition : la nouvelle surface émergée se trouverait exposée à tous les effets des actions atmosphériques. Les rivières d'une partie de la France, celles des îles Britanniques et des parties de l'Allemagne, de la Russie, de la Suède et de la Norwége, dont les eaux s'écoulent aujourd'hui vers la mer, qui serait desséchée alors, devraient continuer leur cours jusqu'aux nouvelles côtes, et se frayer un passage à travers différentes parties des nouvelles terres. Il y aurait d'abord des inondations considérables, par la difficulté de l'établissement des nouveaux lits des rivières, et il s'ensuivrait une grande perte d'eau par évaporation; mais, dans un climat tel que celui sous lequel s'opérerait le changement de niveau supposé, les eaux accumulées auraient bientôt creusé de nouveaux canaux d'écoulement, et chaque rivière irait rejoindre la mer en serpentant, suivant les accidents du sol qui lui offriraient le moins de résistance.

Une différence de niveau de 600 pieds sur toute l'étendue ainsi soulevée tendrait sans doute à changer le régime des eaux d'une partie de l'Europe continentale, en supposant que le soulèvement fût en quelque sorte local et que son effet se perdît à différentes distances dans toutes les directions ; mais une grande partie des eaux n'en coulerait pas moins vers l'Ouest, et les cours d'eau qui s'établiraient sur la surface soulevée elle-même seraient assez considérables. Plusieurs des bassins dont nous avons parlé plus haut seraient traversés par des cours d'eau cherchant à se rendre à la mer, et par l'arrivée constante de cette eau douce, l'eau des bassins deviendrait de moins en moins salée ; car une portion du sel serait constamment entraînée à la mer dès que le trop-plein de ces bassins parviendrait à se déverser par-dessus la partie la moins élevée de leur bord. Quelques-uns de ces bassins deviendraient des lacs d'eau douce, et finiraient par conséquent par être habités par les animaux d'eau douce qui y seraient amenés par les rivières; car le changement de niveau que nous avons supposé, ne serait pas très-nuisible aux animaux terrestres et d'eau douce. Ils pourraient bien avoir à transporter leurs habitations à des niveaux comparativement inférieurs, mais il ne s'ensuivrait aucune destruction d'espèces ; ils seraient libres d'aller coloniser la surface nouvellement mise à sec, et toutes les analogies nous portent naturellement à présumer que leurs débris pourraient être ensevelis dans les nouveaux dépôts lacustres.

Il est assez curieux de rechercher les caractères zoologiques que présenteraient les assises de sable et de vase qui se trouveraient mises à sec. Les données des diverses cartes des sondes indiquent que la nou-

velle surface du sol serait variable dans ses caractères minéralogiques, mais qu'elle serait surtout arénacée. Or, comme parmi les animaux marins les uns préfèrent un fond d'une certaine nature, d'autres un fond de nature diverse, les zones de la vie sous-marine, si nous pouvons nous exprimer ainsi, ne devraient pas seulement correspondre avec les zones d'égales pressions, températures et autres circonstances, mais cette vie sous-marine, différerait encore suivant la nature du fond dans chaque zone. On aurait ainsi une surface sur l'étendue de laquelle ont été ensevelis des animaux contemporains, et dont les fossiles différeraient d'un point à un autre suivant les différences de profondeur et de température, et suivant la nature du fond. Les nouveaux lacs contiendraient des débris d'animaux et végétaux terrestres, fluviatiles et lacustres, et l'on finirait par avoir des couches caractérisées par ces débris reposant sur des couches à fossiles marins, et çà et là quelques assises intermédiaires contenant des débris organiques provenant d'eaux saumâtres, c'est-à-dire un mélange d'animaux marins et d'eau douce qui auront pu, jusqu'à un certain point, s'adapter au nouveau milieu dans lequel ils se trouvaient transportés, avant que les animaux marins eussent entièrement disparu pour laisser la place exclusivement aux animaux d'eau douce.

Si le changement de niveau était tel que la nouvelle côte s'élevât tant soit peu brusquement, ne fût-ce que de quelques pieds, au-dessus du niveau de l'océan, les brisants entameraient bientôt et feraient reculer cette côte, donnant lieu à des falaises qui, quoique peu élevées d'abord, le deviendraient davantage à mesure que les envahissements de la mer s'avançeraient vers l'intérieur du continent. Si, au contraire, la nouvelle côte, au lieu de s'élever d'une manière abrupte, se prolongeait sous la mer en une plage peu inclinée, l'action de l'eau donnerait lieu à des amoncellements de sable ou à des dunes semblables à celles des basses terres de l'Europe occidentale, depuis le nord de la France jusqu'au Danemark, ou à celles qui séparent les sables des Landes de la baie de Biscaye. Derrière ces dunes il se formerait des étangs pareils à ceux qu'on trouve aujourd'hui dans des positions analogues, et dans ces étangs il se formerait des dépôts d'une nature analogue, et avec des fossiles analogues à ce qui a lieu de nos jours.

Il est évident que les effets généraux de destruction d'espèces, produits par un soulèvement du fond des mers, seront d'autant moins considérables que le changement de niveau s'opérera à plus petits coups; en sorte que, si le soulèvement total résultait d'une action n'ayant pas une énergie plus grande que celle qui se manifeste de nos jours dans le golfe de Bothnie, il pourrait n'y avoir aucune destruction d'espèces; car les animaux vivant sur les bas-fonds se retireraient graduellement avec les eaux, de façon qu'il y aurait une migration générale des animaux marins vers la haute mer, chaque espèce en particulier conservant les mêmes positions relatives en ce qui concerne la pression de l'eau, la température et les autres conditions d'existence. Les résultats géologiques de ce mouvement seraient pourtant fort remarquables; et pour s'en convaincre, que l'on suppose que le retrait de la mer se soit ainsi continué progressivement jusqu'à la limite des sondes, de sorte que la ligne des cent brasses forme les côtes de la nouvelle mer. La surface soulevée serait recouverte sur des étendues très-considérables, par des débris d'espèces littorales semblables, laissés au fond de la mer et enveloppés par les dépôts formés au fur et à mesure du retrait des eaux. Ces dépôts ne seraient évidemment point contemporains, mais ils n'en seraient pas moins caractérisés par des débris organiques semblables. Ils reposeraient sur d'autres dépôts, ayant la même origine, qui seraient caractérisés par des fossiles identiques entre eux, mais différents des premiers, puisqu'ils appartiendraient à des animaux ayant vécu dans des mers plus profondes.

Si, au lieu du changement de niveau que nous avons supposé mettre à sec une étendue considérable du fond de la mer, il s'était fait sur cette même étendue un abaissement de cent brasses, de sorte que la ligne des cent brasses se trouvât recouverte de deux cents brasses d'eau, et ainsi de suite pour tout le fond de la mer, on aurait des effets inverses des précédents. Nous avions supposé d'abord que le soulèvement était le plus grand sous les îles Britanniques: nous supposerons de même que l'abaissement soit plus profond sur le même point, et qu'il diminue à mesure qu'on s'écartera de ces îles comme centre. Si l'abaissement se faisait avec lenteur, on ne voit pas de raison pour qu'il y eût des espèces détruites, car elles pourraient facilement se transporter au niveau qui leur est convenable. Une grande partie des îles Britanniques serait submergée, ainsi qu'une étendue considérable de l'Europe occidentale, en supposant même que la dépression de la surface ne se terminât point par un amincissement presque insensible. Il s'ensuivrait nécessairement de grands changements physiques, surtout par l'action des vagues et des marées sur les parties du sol actuel qui s'éleveraient à la surface de l'eau en formant des îles nombreuses. Des dépôts de détritus tendraient à combler les dépressions, et il se produirait en conséquence de grands enfouissements de débris animaux et végétaux.

Dans ces circonstances un grand nombre de dépôts fluviatiles, lacustres et d'embouchure, se trouveraient recouverts par des formations marines, et le passage entre ces dépôts se ferait plus ou moins brusquement, suivant que le changement de niveau aurait été plus ou moins rapide; dans le cas d'un abaissement progressif, il pourrait souvent y avoir transition entre les animaux d'eau

douce et les marins ; dans le cas contraire, le changement d'un dépôt à l'autre se ferait d'une manière presque tranchée. Il y aurait au fond de la mer, antérieur au soulèvement, un mouvement général des animaux marins, qui s'approcheraient des nouvelles côtes pour y chercher les conditions nécessaires à leur existence, et de cette manière les restes des animaux vivant dans les eaux profondes se trouveraient recouvrir ceux des animaux habitant de moindres profondeurs, qui avaient été déposés lorsque les eaux étaient moins profondes.

Les animaux marins ne seraient point affectés par ce changement de niveau ; mais il en serait autrement des espèces terrestres animales et végétales, et dans quelques cas aussi des espèces vivant dans les eaux douces. La zone inférieure de la végétation de l'ancienne côte serait ensevelie en quelque sorte dans les couches qui se formeraient le long du nouveau rivage, à moins que les vagues, les marées et les courants n'eussent tout enlevé lors de l'enfoncement des terres. Si les eaux s'étaient élevées rapidement, la végétation des zones inférieures serait détruite en grande partie : mais les graines seraient probablement rejetées sur le rivage, en sorte que les côtes des nouvelles îles présenteraient une végétation approchant beaucoup de celle qu'on trouve aujourd'hui sur les côtes des îles Britanniques. Cependant, comme ces îles auraient 600 pieds de moins d'élévation, on devrait s'attendre à quelque différence dans la végétation des régions élevées, surtout d'après le changement de climat qui aurait lieu dans toute l'Europe occidentale, par suite de la variation dans l'étendue relative des terres et de la mer, et dans la hauteur des terres au-dessus du niveau de l'océan. Les animaux terrestres auraient aussi à s'adapter aux nouvelles circonstances dans lesquelles ils se trouveraient placés ; une grande partie d'entre eux seraient nécessairement détruits, sans qu'il y eût pourtant un grand nombre d'espèces perdues. Comme les parties plus basses du sol des îles Britanniques sont occupées principalement par des marécages qui seraient les premiers envahis par la mer, les animaux qui vivent dans ces marais auraient à changer leur station, pour se mettre à l'abri non-seulement de l'inondation marine mais encore des animaux voraces qu'apporterait cette inondation. Ils trouveraient difficilement des stations qui leur fussent convenables, à moins que l'abaissement du sol ne fût si lent que de nouveaux marécages pussent se former au fur et à mesure ; ce qui est peu probable, vu la lenteur avec laquelle les marécages actuels paraissent se propager dans les circonstances les plus favorables. En tout cas la surface des terres serait de beaucoup diminuée, et la même quantité d'animaux ne pourrait y trouver la place nécessaire; il y aurait luttes d espèces contre espèces (abstraction faite du pouvoir de l'homme, car dans cet état de choses imaginaire, nous voulons retracer ce qui a pu se passer lors d'événements géologiques antérieurs à son existence); l'espèce la plus faible devrait céder, et il pourrait y avoir ainsi extermination de quelques espèces à la surface des nouvelles îles.

Nous avons longuement insisté sur les conséquences qui suivraient certains changements de niveau relatif entre la terre et la mer dans les régions indiquées, parce que ces conséquences peuvent nous aider dans l'explication de plusieurs phénomènes géologiques, surtout en ce qui concerne les terrains fossilifères. Nous observons dans ces terrains des changements tantôt tranchés, tantôt extrêmement graduels dans les caractères zoologiques ou botaniques des couches ; et ces changements ne sont souvent accompagnés d'aucun signe de passage violent des eaux au-dessus des couches inférieures. Sans doute, il existe plusieurs localités dans lesquelles on reconnaît que la surface des couches inférieures a été fortement ravinée avant le dépôt des supérieures ; mais on voit très-souvent aussi des changements complets ou presque complets dans la nature des débris organiques, sans qu'il y ait aucune trace d'une dénudation des couches inférieures avant le dépôt de celles qui les recouvrent.

On sait que certaines espèces de coquilles sont communes aux côtes de l'Europe occidentale et de l'Amérique orientale, d'où il suivrait que les dépôts qui se forment actuellement sur les côtes opposées de l'océan Atlantique peuvent contenir quelques espèces identiques de fossiles. Dans ce cas on aurait des dépôts contemporains qui, quoique fort éloignés, présenteraient quelques fossiles communs. Ces dépôts ne sont évidemment point contigus ; ils ne font simplement qu'une partie de la bordure que forment les fonds où l'on est sur la sonde le long des côtes des deux continents ; car les deux rivages sont séparés par de grandes profondeurs d'eau, au fond desquelles les animaux des coquilles en question ne sauraient exister. Ce fait nous apprend qu'il peut exister dans deux localités différentes des circonstances égales sous le rapport de la pression de l'eau ambiante, de la température, de la lumière, de la nourriture et de l'air disséminé, en sorte que les œufs des animaux marins étant transportés par les agents naturels d'une de ces localités à l'autre, les dépôts qui s'y forment actuellement peuvent, quoique séparés l'un de l'autre, contenir quelques débris organiques d'espèces identiques. Les mêmes effets, à circonstances égales, auront plus facilement lieu à de plus petites distances; et moins la distance sera considérable, plus il y aura de probabilité que les deux dépôts aient des caractères zoologiques semblables.

Nous avons fait voir déjà comment, dans la supposition d'un soulèvement de 600 pieds du fond de la mer qui entoure les îles Britanniques, on pourrait avoir, si le soulèvement se faisait d'une manière lente et pro-

gressive, des dépôts d'âges divers caractérisés par des débris organiques semblables. Nous allons maintenant considérer la chose sous un autre point de vue. Supposons deux côtes se trouvant sous les mêmes conditions, mais l'une sujette à des oscillations qui la soulèveraient ou l'abaisseraient relativement au niveau de la mer, l'autre immobile ; on aura alors sur chacune de ces côtes des résultats tout différents l'un de l'autre. L'un des dépôts contiendra des fossiles exclusivement marins, tandis que le dépôt contemporain de la côte opposée pourra présenter une grande variété, non-seulement dans la nature des fossiles, mais encore dans la composition minéralogique des couches qui les contiennent. Il pourrait arriver aussi qu'une espèce se trouvât détruite sur l'une des côtes, tandis qu'elle continuerait à exister sur l'autre. On aurait donc là peu ou point de ressemblance entre les fossiles de couches contemporaines, quoique s'il n'y avait point eu d'oscillations du sol sur un point, tandis que la côte opposée restait immobile, les conditions de température, de pression d'eau, de lumière, de nourriture, et la facilité de se procurer de l'air, eussent été telles que les fossiles des deux localités auraient dû jusqu'à un certain point être semblables.

ANIMAUX MARINS, leur répartition géographique et isotherme. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. I.

ANIMAUX MORTS, leur distribution dans les couches sédimentaires marines. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. I.

ANIMAUX PÉLAGIENS, COTIERS. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. I.

ANIMAUX TERRESTRES, leur distribution dans les couches fluvio-terrestres. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. II.

ANNÉLIDES ou VERS A SANG ROUGE. — Les annélides appartiennent à la première classe de l'embranchement des animaux articulés. Si nombreuses qu'aient été jadis les espèces d'annélides dépourvues d'une enveloppe pierreuse, ces vers nus n'ont pu laisser que peu de traces de leur existence, si l'on en excepte les trous qu'ils ont creusés, et les petits tas de sables ou les déjections vaseuses qu'ils ont rejetés à l'orifice de ces trous.

Les serpules fossiles, que l'on rencontre dans presque toutes les formations, depuis les périodes de transition jusqu'à l'époque actuelle, nous fournissent d'abondantes preuves de l'origine reculée et de la continuité d'existence non interrompue de l'ordre auquel appartiennent les annélides, qui vivent dans des tubes calcaires

ANOPLOTHERIUM. *Voy.* MAMMIFÈRES.

ANTHRACITE. *Voy.* l'*Introduction.*

ANTHRACOTHERIUM. *Voy.* MAMMIFÈRES.

APTIEN (ÉTAGE). — Deuxième étage des terrains crétacés et le dix-huitième de l'échelle totale des formations géologiques. *Aptien* dérive d'Apt (*Apta Julia*) ville du département de Vaucluse, aux environs de laquelle se montre le plus grand et le plus beau type de l'étage. C'est aussi l'*argile à plicatules*, le *fer oolithique*, les *argiles roses et marbrées*, etc.

L'étage aptien est presque aussi développé que l'étage néocomien, puisqu'on le trouve sur une partie de l'Europe et sur le continent américain (détroit de Magellan). Presque partout, l'étage aptien repose en couches concordantes sur l'étage néocomien. C'est ainsi que nous le trouvons autour du bassin parisien, dans les départements de la Haute-Marne, de l'Aube, de l'Yonne, dans le pays de Bray et en Angleterre. Dans le bassin méditerranéen, il en est de même dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, et des Hautes et Basses-Alpes. Il ne peut donc y avoir aucun doute pour personne qu'il ne succède régulièrement dans l'ordre chronologique à l'étage néocomien, qu'il recouvre partout, sans intermédiaire, et dont il suit souvent les allures.

Nous croyons pouvoir évaluer l'épaisseur des couches aptiennes dans les Basses-Alpes, et surtout à la Bedoule, à près de 200 mètres.

Caractères paléontologiques. — Dans son ensemble, la faune de l'étage aptien présente tous les caractères généraux de la faune de l'étage néocomien ; on voit que c'est la continuation des mêmes genres, à côté d'une disparité presque complète des espèces. Voici ses caractères différentiels :

Outre les 20 genres que nous voyons naître et s'éteindre dans l'étage néocomien, sans passer à l'étage aptien, nous avons encore 14 genres qui s'éteignent dans l'étage néocomien, et peuvent dès lors donner des caractères négatifs pour l'étage aptien ; en tout : 34 genres.

Les limites négatives que nous donnent les genres entre l'étage aptien et l'étage albien, qui se suivent dans l'ordre chronologique, sont composées de 16 genres qui manquent encore dans cet étage et ne paraissent que dans le suivant. Nous aurions donc, dans l'état actuel de la science, 50 genres pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage aptien.

Pour distinguer l'étage aptien de l'étage néocomien, nous n'avons que les 5 genres suivants, qui, inconnus à l'étage néocomien, paraissent, au moins aujourd'hui, être nés à l'étage aptien seulement. Parmi les poissons, le genre *macropomia ;* parmi les céphalopodes, le genre *conoteuthis ;* parmi les gastéropodes, le genre *vermetus ;* parmi les échinodermes, le genre *decameros ;* parmi les zoophytes, le genre *tetracœnia.*

Deux genres, nés et morts dans l'étage aptien, peuvent nous donner des caractères positifs pour le distinguer de l'étage albien, où ils ne paraissent pas exister : parmi les céphalopodes, le genre *conoteuthis ;* parmi les zoophytes, le genre *tetracœnia.* Ajoutons-y les genres *toxoceras* et *orbiculoidea*, qui disparaissent encore pour toujours dans

cet étage, sans passer au suivant. Le mauvais état de conservation de beaucoup de corps organisés de cette époque est sans doute cause, autant que le manque de recherches spéciales, du petit nombre de genres caractéristiques, car la faune spécifique est parfaitement distincte.

Les animaux mollusques et rayonnés nous offrent seuls, sans les animaux vertébrés, le nombre de 156 espèces. Sur ce nombre, si nous ôtons les 7 espèces mentionnées à l'étage néocomien comme se trouvant aussi dans l'étage aptien, et le *plicatula radiola*, que nous avons rencontré encore dans l'étage albien, nous aurons 148 espèces caractéristiques de cet étage, qui, sur tous les points connus, se retrouvent chaque fois qu'on remarque le même facies de dépôt.

Chronologie historique. — Nous attribuons à une perturbation géologique la fin de l'étage néocomien marquée par l'anéantissement de 34 genres et de 844 espèces d'animaux mollusques et rayonnés de cette époque. Ce n'est probablement que longtemps après que sont nés, avec l'animalisation de cette nouvelle époque, les 5 genres que nous voyons pour la première fois dans l'étage aptien, en même temps que les 148 espèces qui y sont caractéristiques.

Les mers ont en tout des circonscriptions identiques à l'époque néocomienne dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen; de même, la partie occidentale du bassin anglo-parisien comprise entre les côtes du Calvados et la Loire, n'a pas reçu les mers aptiennes, pas plus que le bassin pyrénéen. Le lambeau d'étage rencontré dans le détroit de Magellan annonce, par des fossiles identiques, une mer communiquant directement avec les mers aptiennes d'Europe.

Par la même raison les continents étaient les mêmes qu'à l'époque néocomienne.

Les mers, à l'exception de quelques genres de poissons, de mollusques et d'animaux rayonnés inconnus à l'étage néocomien, paraissent avoir eu leur faune, peu différente pour sa composition, également peuplée de nombreux et singuliers céphalopodes, parmi lesquels nous signalerons le *conoteuthis*, animal intermédiaire entre la bélemnite et les ommastrèphes, et spécial à cet étage. Nous y voyons naître encore les comatules du genre *decameros* et les *vermetus*.

Quant aux continents, les nombreux débris de bois qu'on rencontre dans les couches nous donnent la certitude qu'ils étaient peuplés de végétaux. Il y avait aussi des plantes conifères, car M. d'Orbigny a communiqué à M. Brongniart un véritable *pinus* très-remarquable par son cône long de 25 centimètres et large de 4, que M. Tombeck a rencontré dans le lit de la Marne, près de Saint-Dizier (Haute-Marne); le *pinus elongatus*.

Les espèces identiques que nous voyons exister dans l'hémisphère sud, au détroit de Magellan et en France, doivent faire croire qu'elles vivaient sur toute la surface comprise entre ces deux points. Dès lors, on doit supposer qu'elles habitaient la zone torride et les deux hémisphères jusqu'aux régions tempérées; ce qui annonce que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas.

C'est peut-être à cette époque que la partie sud de la Cordillère des Andes, dirigée du N. 30° O. au S. 30° E., aura pris son relief; au moins croyons-nous que les dernières couches disloquées dépendent de l'étage aptien. Dès lors, nous aurions le moteur de la perturbation géologique qui a déterminé le mouvement dans les eaux, dont nous avons pour preuves les grès supérieurs sans fossiles, l'anéantissement et les limites de la faune aptienne.

APTYCHUS, Meyer (*Trigonellites* de Parkinson). — Genre de cirrhipèdes fossiles. « C'est, dit M. d'Orbigny, l'un des fossiles qui a été le plus balloté par les auteurs, mais sur le véritable classement duquel il ne nous reste aucun doute. MM. Bourdet de la Nièvre et G.-B. Sowerby en avaient fait des mâchoires de poisson, et le premier les appelait des *ichthyosagones*. De ce qu'on trouvait quelquefois des aptychus dans la dernière loge des ammonites, MM. Ruppell et Woltz ont conclu qu'ils étaient des opercules d'ammonites. M. Deshayes croyait aussi que ce devaient être des parties intérieures de l'animal des ammonites. M. Hermann de Meyer croit que ce sont des coquilles intérieures de l'animal de mollusques. M. Coquand les réunit au genre *teudopsis*, en faisant des deux valves un seul tout, analogue à l'osselet intérieur des calmars, parmi les céphalopodes acétabulifères. MM. Schlotheim, Parkinson et Deslongchamps les placent comme des coquilles bivalves, dans les mollusques lamellibranches. Pour nous, nous n'en faisons ni un poisson ni un mollusque, nous le mettons avec les animaux annelés. Cette opinion est basée sur la comparaison rigoureuse du fossile et sur les circonstances dans lesquelles il se trouve.

« La comparaison des *Aptychus* avec les séries animales auxquelles ils ont été rapportés par les auteurs cités ne soutient pas un mûr examen.

« Ce ne sont assurément pas des mâchoires de poissons. L'idée d'en faire des opercules d'ammonites était contraire aux observations zoologiques des êtres les plus voisins, les nautiles, et n'était due qu'à la jonction fortuite de ces deux corps. La réunion des *aptychus* aux *teudopsis* n'est pas plus admissible, puisqu'il y a bien réellement deux pièces distinctes, et que, du reste, l'épaisseur de l'*A. lævis*, par exemple, exclut tout à fait ce rapprochement. Il suffit également de voir ce genre pour s'assurer qu'il ne peut être un mollusque lamellibranche. La comparaison la plus artificielle amène, au contraire, à considérer les aptychus, non pour des valves operculaires d'une balane, mais pour des représentants *à deux valves seulement*, des *anatifa*, qui en ont cinq. Bien qu'on n'eût attaché aucune importance à l'opinion de Scheuchzer et de Knorr, qui réunissaient les aptychus aux anatifes, on

voit que nous nous rangeons à cette judicieuse opinion, qui est la meilleure, puisque nous considérons les aptychus comme un genre à deux valves voisins des anatifes. Qu'on place, par exemple, une valve d'aptychus à côté de la grande valve d'un anatife, et l'on s'assurera, tout de suite, que la forme est identique; que même, ainsi que chez ces animaux, les valves sont tantôt testacées, tantôt presque cornées: que de même la forme est trigone; que, de ces trois côtés, l'un paraît avoir été enchâssé dans les téguments; que l'autre est tronqué, taillé en biseau en dedans, et arqué pour laisser sortir les bras; que le troisième montre encore un fort bâillement, et de plus, la facette où le pédoncule devait s'insérer. Du reste, certaines espèces montrent un rebord extérieur à cette partie, analogue à ce que nous voyons chez quelques anatifes, ou même les impressions d'attaches intérieures du pédoncule. Il n'est pas jusqu'à la composition poreuse et les lignes internes de certains aptychus, qui ne soient identiques à quelques espèces de *cypris*, crustacés à deux valves, comme l'âge embryonnaire de tous les cirrhipèdes. De ces considérations et de beaucoup d'autres que nous ne pouvons examiner ici, nous concluons qu'on ne peut pas placer les aptychus ailleurs qu'à côté des anatifes.

« Il est dans la science des faits importants qui n'en restent pas moins toujours inconnus aux observateurs de cabinet, mais qui appartiennent au domaine des naturalistes capables de risquer jusqu'à leur existence pour élargir le cercle de leurs études. Nous voulons parler de la présence des aptychus dans les ammonites, ce qui les avait fait prendre pour des parties internes de céphalopodes, tandis qu'elle n'était qu'une circonstance dépendante du mode d'existence ordinaire de ces animaux considérés comme des cirrhipèdes anatifidées. Tous les voyageurs sur mer savent que les anatifes d'aujourd'hui se fixent sur les corps flottants de toute nature. Les navires non doublés de cuivre en ont au niveau de la flottaison; tous les morceaux de bois, les plumes, pris à la surface des mers, sont couverts de ces animaux parasites; et chaque fois que dans l'Océan atlantique, entre l'Afrique et l'Amérique, nos filets de traîne apportaient *des coquilles de spirules, corps flotteurs par excellence, elles étaient toujours couvertes d'anatifes.* Ce fait actuel, comparé aux faits passés, nous a expliqué pourquoi les ammonites flottantes, comme les spirules, renferment des aptychus. Cette réunion, qui a paru si extraordinaire, et qui a conduit à des considérations si étranges, devenait, au contraire, indépendamment des formes, le plus puissant argument, pour prouver l'analogie que nous avons signalée. Où trouve-t-on, en effet, les aptychus fossiles? presque toujours sur des points littoraux des anciennes mers, où ils ont été déposés avec tous les corps flotteurs, le bois, et surtout les coquilles flottantes, telles que les nautiles et les ammonites. Il n'est donc pas étonnant que l'ammonite, qui était probablement couverte extérieurement de ces animaux parasites, en contienne aussi quelques-uns dans la vaste cavité formée par la loge où était contenu l'animal; et que ceux-ci, abrités de tous les chocs et des agents de destruction, se soient conservés mieux que partout ailleurs. On voit que la comparaison zoologique et les faits généraux d'observation viennent ici se corroborer, pour éclaircir la question la plus controversée. » (D'ORBIGNY.)

ARACHNIDES. — Dans les relations générales qui subsistent maintenant entre les deux règnes animal et végétal, les plantes terrestres ont avec les insectes de telles connexions, que chaque espèce des premières peut être considérée comme une nourriture préparée pour trois ou quatre espèces d'insectes.

Nous serions donc déjà conduits à conclure, *a priori*, et avec un haut degré de probabilité, en vertu de ce principe dont l'action tend sans cesse à maintenir à la surface du globe la plus grande masse de vie possible, que cette masse énorme de végétaux terrestres que nous trouvons conservée dans les couches carbonifères, offrait les mêmes relations, comme base de l'alimentation avec les insectes de cette époque reculée, qu'ont encore les végétaux modernes avec cette classe, la plus nombreuse parmi les animaux terrestres, actuellement existants.

Si de même nous étudions les lois de coordination qui dirigent à l'époque actuelle l'accroissement numérique des insectes, en lui donnant pour régulateur l'action des arachnides carnivores, nous serons conduits à penser que des araignées et des scorpions furent employés à remplir les mêmes fonctions pendant toute la durée des époques géologiques où nous trouvons des preuves d'un grand développement des végétaux terrestres.

Quelques découvertes récentes sont venues confirmer ces analogies de toute la valeur d'une observation actuelle. L'ordre le plus élevé des arachnides, celui des arachnides pulmonaires, se partage en deux grandes familles, celle des araignées et celle des scorpions; et nous avons des preuves certaines que des débris appartenant à l'une et l'autre, se rencontrent dans des terrains stratifiés d'une très-haute antiquité.

ARAGO, ses idées sur la nature des nébuleuses. *Voy.* NÉBULEUSES.

ARAIGNÉES. — Bien que l'on n'ait jusqu'ici rencontré d'araignées dans aucun terrain aussi ancien que la série carbonifère, l'existence d'insectes dans cette série en même temps que scorpions, rend fort probable qu'à ces derniers fut associée la famille des araignées, qui en est si voisine, dans les fonctions de réduire à de justes limites les tribus d'insectes qui existaient à cette époque, et que l'on y en découvrira

des restes fossiles avant qu'il soit longtemps (35).

La découverte qu'à faite le comte Munster, de deux espèces d'araignées, dans le calcaire lithographique de Solenhofen, prouve que cette famille existait aux époques jurassiques des formations secondaires. M. Murchison et M. Marcel de Serres ont aussi rencontré des araignées fossiles dans les terrains tertiaires d'eau douce, des environs d'Aix, en Provence.

ARDUINO. *oy.* Géologie.

ARGENT. *Voy.* l'*Introduction.*

ARGILE. *Voy.* l'*Introduction.*

ARGILE PLASTIQUE. *Voy.* Suessonien.

ARGILE DE LONDRES. *Voy.* Parisien.

ARGILE DE DIVES. *Voy.* Callovien.

ARGILE D'HONFLEUR. *Voy.* Kimmeridgien.

ARGILE A PLICATULES. *Voy.* Aptien.

ARISTOTE, son système. *Voy.* Géologie.

ASTÉROIDES. — C'est un ordre d'échinodermes, embranchement des zoophites. Corps stelliforme, déprimé, pourvu de cinq ou plus de bras creux, qui ne sont que la continuité du corps et aident à contenir les viscères. Une bouche, servant en même temps d'anus; des pédicules respiratoires rétractiles. Charpente osseuse testacée extérieure, composée de plaques solides, plus ou moins espacées, dont le nombre et la forme sont très-variables et portent des épines testacées; une plaque madréporiforme; la bouche est plantée au centre inférieur, point de réunion de sillons qui occupent la face inférieure des bras, et où sont placés les pédicules. Tous les *astéroïdes*, sans exception, se tiennent la bouche en bas, et rampent ainsi sur le sol. Exemple : l'*étoile de mer*.

Nous nous bornerons à dire que le premier genre connu s'est montré avec la première animalisation du globe, à l'étage silurien. On connaît 1 genre dans les terrains paléozoïques, 1 dans les terrains triassiques, 5 dans les terrains jurassiques, 3 dans les terrains crétacés, 1 dans les terrains tertiaires, et le maximum existe dans les mers actuelles: ainsi les *astéroïdes* seraient toujours dans une large voie croissante de développement générique, si nous connaissions toutes les espèces fossiles, mais tant de causes de destruction ont pu les anéantir, que ces données sont peu certaines.

ASTROGAMIE. *Voy.* Méray.

ATLANTIDE. Qu'était-ce? *Voy.* Klee.

ATMOSPHÈRE DES PLANÈTES. *Voy.* Matières élémentaires du globe terrestre.

ATTRACTION, origine et nature de cette force. *Voy.* Laplace et Cosmogonie.

AVICENNE. *Voy.* Géologie.

AXE, celui de la terre a-t-il été déplacé. *Voy.* Klee.

B

BACULITES. — De même que dans certaines roches de transition le genre orthocératite nous représente, pour ainsi dire, les nautiles à l'état de redressement, nous rencontrons, dans la formation crétacée seulement, un genre que l'on pourrait considérer comme une ammonite redressée.

Les baculites ont reçu ce nom à cause de leur ressemblance avec un bâton droit; ce sont des coquilles coniques allongées et symétriques, déprimées latéralement et partagées en des chambres nombreuses par des lames transversales sinueuses comme celles des ammonites, et terminées de même, aussi à leur jonction avec la coquille externe, par des dentelures festonnées qui les partagent en des lobes et en des selles dorsales, ventrales et latérales, toutes pareilles à celles des ammonites (36).

BAJOCIEN (ÉTAGE). — Quatrième étage

(35) L'animal trouvé par M. W. Austice, dans le minerai ferrugineux de Coalbrook Dale, avait été désigné par M. Prestwich, comme étant, selon toute apparence, une araignée. (*Magas. phil.*, mai 1834, t. IV, p. 376.) M. Buckland l'a observé depuis, et fait voir que c'était un insecte de la famille des curculionides. A l'époque où il fut figuré, et où on le regardait comme une araignée, la tête et le corps étaient encore recouverts par du minerai ferrugineux, et son apparence extérieure avait en effet beaucoup de rapports avec un animal de cette famille. M. Prestwich annonce aussi avoir découvert dans la même formation un insecte coléoptère que nous ferons connaître comme devant être vraisemblablement rapporté à cette même tribu des curculionides. Il n'est guère possible de déterminer avec certitude la nature des animaux du schiste carbonifère, qui ont été grossièrement figurés comme des araignées et des insectes, par Lhwyd (*Ichnograp.*, pl. IV), et copiés par Parkinson (*Organic Remains*, t. III, pl. XVII, fig. 3, 45 et 6); mais les découvertes récentes que l'on a faites à Coalbrook-Dale donnent beaucoup de probabilité à l'opinion de ces deux auteurs : *Scripsi olim suspicari me araneorum quorundam icones, una cum lithophytis in schisto carbonaria observàsse · hoc jam ulteriore experientia edoctus aperte assero. Alias icones habeo, quæ ad scarabæorum genus quam proxime accedunt. In posterum ergo non tantum lithophyta, sed et quædam insecta in hoc lapide investigare conabimur.* (Lhwyd, Epist. 3, *ad finem.*)

(36) La chambre externe est renflée et plus grande que toutes les autres; et une grande partie de l'animal pouvait y être contenue : la coquille extérieure est mince, et des côtés obliques la soutiennent comme chez les ammonites. Tout près du bord postérieur de chaque cloison se voit l'ouverture pour le passage du siphon; et la position qu'occupait cet organe, en même temps que la forme sinueuse et dentelée des lames transversales, sont autant de caractères communs aux baculites et aux ammonites.

Un fait curieux dans l'histoire de cette forme, qui n'est pour ainsi dire qu'une modification de celle

des terrains jurassiques et le dixième de la série totale des formations géologiques. Cet étage, appelé aussi *calcaire à entroques*, *oolithe inférieure*, *calcaire à polypiers*, *terre à foulon*, etc., a été nommé *Bajocien* par M. d'Orbigny qui tire ce nom de *Bajoce*, Bayeux, ville autour de laquelle cet étage est le mieux développé.

Cet étage jurassique, comme les précédents, paraît avoir recouvert, partout en France, les couches de l'étage toarcien. En effet, par le nombre assez grand des points où on l'a reconnu positivement, nous pouvons croire qu'il existe, dans les mers jurassiques, sur une infinité de lieux où il n'a pas encore été signalé.

Partout où l'on a rencontré l'étage bajocien, que ce soit au pourtour du plateau central, sur les versants du Jura et des Vosges, sur le littoral du massif de la Bretagne, ou dans les Alpes, il est, sur tous les points, en couches concordantes avec les étages jurassiques précédents dont il suit toutes les allures. Partout, en effet, où ces couches forment des failles peu importantes, comme un peu à l'est de Sainte-Honorine, les étages toarcien, bajocien et ceux qui les recouvrent, ont souffert les mêmes dislocations de second ordre. Lorsque l'ensemble a été violemment disloqué, comme dans les Alpes, l'étage bajocien l'a été en même temps que les étages inférieurs et supérieurs. On remarque ce même fait en Angleterre et en Allemagne, ce qui donne la certitude que l'étage bajocien a régulièrement succédé à l'étage toarcien dans l'ordre chronologique.

Les caractères minéralogiques pris géographiquement, ou même sur un seul point, ne peuvent, à eux seuls, donner de limites certaines à l'étage qu'autant que les caractères paléontologiques viendront aider le géologue à reconnaître les limites géographiques ou locales de l'étage, qui n'en est pas moins un des mieux caractérisés et des plus constants.

Dans la Normandie, tout en réunissant, dans l'étage, la terre à foulon, les calcaires blancs et l'oolithe ferrugineux, on ne trouve pas plus de 25 à 30 mètres de puissance à l'ensemble. Dans les Basses-Alpes, à Chaudon, on a cru pouvoir évaluer à 60 mètres environ la puissance du dépôt. Aux environs de Lyon, il acquiert une puissance de 80 mètres environ.

Caractères paléontologiques. — L'ensemble des caractères paléontologiques de cet étage offre des résultats généraux différentiels bien plus tranchés avec l'étage toarcien que les trois étages précédents entre eux. On voit, en effet, apparaître beaucoup de formes génériques nouvelles; mais, comme très-peu s'éteignent, on acquiert la certitude que la multiplicité de ces formes est toujours dans une voie croissante. Avec ces caractères des genres, disparité presque complète des espèces.

Pour distinguer l'étage bajocien de l'étage antérieur, nous avons d'abord les 9 genres que nous avons vu naître et disparaître à l'époque précédente; et, de plus, les genres *conularia* et *spiriferina*, qui, de même que les 9 genres, sont éteints dans l'étage toarcien, sans arriver jusqu'à l'étage bajocien.

Pour distinguer l'étage qui nous occupe de l'époque suivante, nous avons tous les genres qui manquent encore à l'étage bajocien, et ne paraissent que postérieurement avec l'étage bathonien, c'est-à-dire 51 genres, pouvant donner des caractères négatifs avec l'étage bathonien, et 10 genres avec l'étage toarcien; en tout, 61 genres négatifs, pour le distinguer des étages voisins.

L'étage bajocien se distingue de l'étage toarcien par la présence de 142 genres inconnus dans l'étage précédent

Les genres suivants, qui naissent et meurent dans l'étage bajocien, sont encore autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour le séparer de l'étage bathonien, où ces 3 genres sont inconnus : parmi les poissons, le genre *amblysemius;* parmi les mollusques bryozoaires, le genre *intricaria;* parmi les zoophytes, le genre *discocyathus.* Ajoutons-y les genres suivants, qui, nés, antérieurement, se sont encore éteints dans l'étage bajocien, sans passer à l'étage bathonien : parmi les mollusques gastéropodes, le genre *ceirus;* parmi les mollusques lamellibranches, le genre *limea;* parmi les échinodermes, le genre *cœlaster;* parmi les amorphozoaires, le genre *leiospongia ;* en tout 7 genres.

Aux caractères tirés des genres, qui seuls pouvaient servir à distinguer l'étage bajocien, viennent se joindre les caractères positifs tirés des espèces. En dehors de tous les animaux vertébrés, de tous les animaux annelés, et des végétaux, nous avons seulement, en animaux mollusques et rayonnés, le nombre considérable de 603 espèces qui, après avoir été sévérement discutées, se trouvent presque toutes caractéristiques des facies distincts sous lesquels se présentent les différents lieux et les diverses zones d'habitation.

Chronologie historique. — La fin de l'étage précédent, déterminée par des perturbations géologiques qui nous sont connues, a été marquée par l'anéantissement de 11 genres d'animaux divers, et de 288 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Le commencement de celui-ci reçoit, pour composer la faune, 51 genres inconnus jusqu'alors, et 603 espèces nouvelles de mollusques et

des ammonites, c'est qu'on ne la rencontre pas plus tôt que les derniers étages des dépôts secondaires, dépôts dans toute l'étendue desquels cette famille des ammonites occupe une place si importante; et qu'après une période d'existence comparativement courte, les baculites se sont éteintes en même temps que les dernières des ammonites, à l'époque où se termina la formation de la craie.

d'animaux rayonnés, qui se joignent aux plantes afin d'animer cette époque.

Les mers bajociennes, à l'exception de quelques attérissements côtiers, au pourtour de tous les bassins, paraissent avoir conservé en tout point les mêmes limites que l'étage précédent.

Nous pouvons en dire autant des continents, qui n'ont subi aucun changement bien notable, autre que des attérissements riverains sur presque tous les points, à la fin de l'étage toarcien.

Les mers, indépendamment de leurs grands reptiles riverains, sont peuplées de genres nouveaux de poissons, de quelques formes nouvelles de mollusques; mais surtout des genres jusqu'alors inconnus d'échinodermes, qui prennent surtout un grand développement à cette époque, en même temps que les zoophytes et les spongiares testaciés. Les bélemnites y sont plus grandes qu'aux époques antérieures. Les ammonites ont des formes spéciales, parmi lesquelles dominent des espèces ventrues, à dos rond, se rétrécissant beaucoup vers la bouche, ou des espèces dont les côtes sont interrompues sur le dos.

Nous ne connaissons que très-peu d'êtres de la faune terrestre de cette époque, mais quelques plantes se sont conservées.

La fin de la période bajocienne s'explique, en Europe, par les lignes de discordances qui sont assez étendues pour suffire à l'anéantissement de la faune et de la flore, par suite des affaissements et des surélévations qu'elles indiquent.

BATHONIEN (ÉTAGE).—Cinquième étage des terrains jurassiques et le onzième de la série des formations géologiques. Cet étage a reçu ce nom de M. d'Omalius d'Halloy qui l'a dérivé de *Bath*, ville d'Angleterre, où ce terrain présente un beau développement. C'est le *grand oolithe* des géologues français, le *calcaire à polypiers* des Normands, le *calcaire oolithique*, etc.

L'étage bathonien couvre en couches concordantes l'étage bajocien, sur tout le pourtour des bassins jurassiques de France. Il offre, partout où il repose sur les étages précédents, et c'est presque sur tous les points, une concordance parfaite de stratification. C'est encore un membre d'un grand tout, suivant, en France, les lois qui ont régi l'ensemble des terrains jurassiques. Cette superposition se trouve dans les mers anglo-parisiennes, méditerranéennes, et pyrénéennes, aussi bien en Angleterre, en Suisse qu'en Allemagne. Il n'est donc pas douteux que l'étage ne soit postérieur à l'état bajocien, et qu'il ne lui ait succédé régulièrement dans l'ordre chronologique.

Si l'on ne suivait que le caractère minéralogique des couches, il serait impossible de reconnaître l'étage qui nous occupe; car, véritable Protée, il se masque sous toutes les formes et sous toutes les couleurs; mais en mettant toujours en rapport la stratification des couches avec les corps organisés fossiles qu'elles renferment, on arrive à le distinguer très-nettement partout.

Nous évaluons la puissance de l'étage, sur la côte de Normandie, de 50 à 60 mètres.

Nous avons des traces encore visibles de la perturbation finale de l'étage. Comme pour les étages toarcien et bajocien, on regarde comme telle la présence, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres), à Mausigny (Vendée), l'un sur l'autre, dans la même carrière, de deux dépôts côtiers de l'étage bathonien et de l'étage callovien. Nous regardons encore comme tel le fait, observé à Lyon, à Hermanville, à Colleville, à la roche de Sallenelles (Calvados), où les dernières couches de la falaise de la côte ont été usées, corrodées, polies par les eaux, avant que les premières couches argileuses, calloviennes s'y soient déposées. A voir cette surface polie avant ces premiers dépôts, et comme rongée, on acquiert la certitude que cette roche était déjà consolidée avant que les premiers êtres de l'époque suivante s'y fussent déposés, ce qui amène à croire qu'un laps de temps considérable s'est passé entre la fin de l'un et le commencement de l'autre, résultat qui coincide parfaitement avec les limites des faunes respectives. Peut-être devons-nous regarder comme moteur de ce mouvement le vaste affaissement du nord de la Russie, qui a permis, à la fin de cette époque, aux mers jurassiques, d'envahir des continents depuis longtemps exhaussés.

Caractères paléontologiques. — Avec une disparité complète des espèces, avec un grand nombre de formes nouvelles inconnues jusqu'alors, la faune de l'étage bathonien offre beaucoup de caractères généraux de la faune précédente. En voici cependant les caractères distinctifs.

L'étage se distingue de l'époque bajocienne, par les 7 genres morts dans l'étage bajocien sans passer à celui-ci.

L'époque bathonienne se distingue encore de l'étage suivant, par deux genres de céphalopodes qui manquent encore dans celle-ci et ne paraissent que postérieurement.

Pour séparer l'étage bajocien de l'étage bathonien, nous avons 44 genres qui, encore inconnus dans le premier, n'ont paru qu'avec le second.

Pour séparer l'étage de l'époque suivante, nous avons 10 genres qui, nés avec l'étage bathonien, se sont probablement éteints dans cette période, puisque nous ne les connaissons pas dans les âges suivants, et les 4 genres suivants, qui, antérieurement nés, s'y sont également éteints : parmi les poissons, les genres *leptacanthus*, *ceratodus;* parmi les échinodermes, le genre *cyclocrinus;* parmi les bryozoaires, le genre *terebellaria*. En tout 14 genres.

Les caractères positifs que donnent les espèces viennent se joindre à ceux donnés par les genres. Nous connaissons, en effet, en dehors de ces espèces d'animaux vertébrés et annelés, en dehors des espèces de végétaux, et seulement en animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 546 espèces.

Chronologie historique. — A la fin de l'étage précédent, par suite des perturbations géologiques, se sont éteints avec les plantes, 7 genres d'animaux, et 696 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les espèces des autres embranchements. Après cet événement, le calme revenu dans les mers et sur les continents, la nature s'anime de nouveau. Il naît 44 genres jusqu'alors inconnus, et 542 espèces de mollusques et d'animaux rayonnés, indépendamment des autres animaux et des nombreuses plantes qui nous sont inconnues.

Les mers bathoniennes occupent les mêmes bassins, en se rétrécissant, néanmoins, sur tout leur pourtour, par des atterrissements successifs et littoraux. Sur les régions du nord de la France, la mer anglo-parisienne s'est pourtant accrue d'une surface assez grande par suite de l'affaissement, dans le Boulonnais, d'un lambeau de l'étage carbonifèrien ; c'est un point sur lequel, jusqu'à présent, nous n'avions pas vu de terrains jurassiques.

Pour la même raison, les point continentaux, accrus partout sur leur pourtour, restent, cependant, peu différents de ce qu'ils étaient pendant les étages précédents ; seulement les continents ont diminué, au nord de la France, de toute la partie gagnée par la mer dans le Boulonnais.

Avec de grands reptiles vivaient, dans ces mers ou sur leur littoral, des *pœcilopleuron*, des *teleosaurus* et des *megalosaurus*, autres reptiles non moins curieux. Beaucoup de poissons, de mollusques et d'animaux rayonnés, jusqu'alors inconnus, se mêlaient à des genres déjà existants dans les autres étages, parmi lesquels nous pouvons citer des bulla, des pinnigena, beaucoup de bryozoaires, d'échinodermes, de zoophytes et de spongiaires testacées. On connaît, en plantes marines, les sphærococcites ramulosus, *sternb.* de Stonesfield.

La faune terrestre, avec des tortues, présentait sans doute beaucoup d'animaux de toutes les classes, qui ne se sont pas conservés dans le sein de la terre et ne sont pas arrivés jusqu'à nous. C'est à cette époque que vivaient des *phascolotherium* et des *thylacoterium*, que les auteurs croient être des mammifères. En séparant de la flore des terrains oolithiques de M. Brongniart les espèces qui, par les localités qu'indiquent les auteurs, paraissent dépendre de cet étage, nous aurons une liste nombreuse de fougères, de cycadées, de conifères, etc.

Un des moteurs du mouvement géologique qui a déterminé l'époque bathonienne se trouve dans l'affaissement, sur tout le centre et le nord de la Russie, du continent exhaussé à la fin de l'étage permien qui a permis à la mer callovienne de niveler ces régions, en même temps qu'elle envahissait dans l'Inde la province de Cutch, et qu'elle couvrait la Sarthe.

BÉLEMNITES. — Les bélemnites constituent une famille nombreuse de mollusques que l'on ne rencontre plus qu'à l'état fossile et seulement dans cette série de terrains appelés terrains secondaires. Le calcaire conchylien ou *muschel-kalk* est la couche la plus basse où l'on ait rencontré des bélemnites et l'on n'en trouve plus au-dessus de la craie supérieure de Maestricht. Ces corps singuliers ont des rapports intimes avec les autres familles de coquilles cloisonnées fossiles ; mais ils en diffèrent par l'étui fibreux conique qui enveloppe leurs chambres et dont la forme est celle de la pointe d'un fer de flèche.

M. de Blainville a donné dans son important *Mémoire sur les bélemnites* (1827) une liste de quatre-vingt-onze auteurs qui, depuis Théophraste, se sont occupés de ce même sujet. Ceux d'entre eux dont l'opinion a le plus de valeur se sont réunis à l'hypothèse que ces corps ont été formés par des céphalopodes rapprochés de nos siècles modernes. MM. Voltz, Zeiten, Raspail et le comte Munster les ont pris successivement pour sujet de plusieurs Mémoires importants. Les notices de M. Miller dans les *Transactions géologiques* de l'année 1826 et celles de M. Sowerby dans le sixième volume de sa *Conchyliologie minérale*, sont ce que l'on a publié en Angleterre de plus important sur les bélemnites.

Une bélemnite était une coquille interne composée qui renfermait trois parties essentielles, que l'on rencontre rarement toutes ensemble dans un état parfait de conservation.

D'abord une coquille ou étui extérieur conique fibro-calcaire s'ouvrant à son extrémité la plus large en un cône creux (37).

Puis un mince étui conique ou sorte de coupe de substance cornée qui commence à la base de l'étui creux fibro-calcaire dont il

(37) On désigne ordinairement sous le nom d'*étui* cette portion de la bélemnite. Elle se compose d'une série de cônes qui s'emboîtent, et dont le plus grand enveloppe complétement tous les autres. Ces cônes sont formés de carbonate de chaux cristallisé, disposé en fibres qui rayonnent d'un axe situé en dehors du centre. L'état cristallin de cette coquille paraît être le résultat d'infiltrations calcaires qui ont pénétré, après qu'elle fut enfouie, dans les intervalles des fibres rayonnantes calcaires dont elle était originairement composée. L'opinion qui veut que les bélemnites aient fait partie à cet état pierreux, lourd et solide, de l'organisation d'une seiche vivant et nageant dans les eaux, est en contradiction avec tout ce que l'étude de l'organisation interne des céphalopodes vivants nous a fait connaître d'analogies. L'odeur de corne brûlée que répand cette partie des bélemnites, lorsqu'on la soumet à l'action du feu, est due aux débris des membranes cornées qui partagent les divers cônes successifs dont elle est composée.

Un argument qui vient confirmer l'idée que les bélemnites étaient des organes internes, c'est que leur surface conserve les impressions vasculaires qu'y a produites le manteau qui les renfermait. Dans quelques espèces, le dos de la coquille est granulé, de la même manière que le dos de la coquille intérieure de la seiche commune.

vient d'être question, et qui s'agrandit rapidement en s'étendant à une distance considérable. C'est cette coupe cornée qui constitue la chambre antérieure où étaient contenus le réservoir d'encre, et quelques autres viscères (38).

En troisième lieu, une coquille intérieure cloisonnée, mince et conique, que l'on désigne sous le nom d'*alvéole* et qui a occupé l'intérieur du même cône creux calcaire.

Cette portion cloisonnée de la coquille se rapproche beaucoup des nautiles et des orthocéralites par ses formes et par les principes de sa construction. Des cloisons transversales minces la partagent en une suite de chambres aériennes étroites ou *aréoles* qui ressemblent à une pile conique de verres de montre. Les cloisons sont concaves en avant, convexes en arrière, et un siphon continue les traverse à leur bord inférieur ou ventral.

Nous décrirons au mot Calmar les pennes cornées et les réservoirs à encre qui attestent l'existence des calmars dans le lias de Lyme-Regis. On a trouvé tout récemment dans la même localité, en connexion avec des bélemnites, des réservoirs tout semblables dont quelques uns ont près d'un pied en longueur. On peut conclure de là quelle était la taille des bélemno-seiches auxquelles ces débris ont appartenu.

L'existence chez ces animaux d'un réservoir d'encre aussi grand rend très-probable à *priori* qu'ils manquaient de coquille externe; car cette arme défensive, d'après ce que nous en savons, est donnée exclusivement en partage aux céphalopodes nus et dépourvus de la protection que trouve dans sa coquille le nautile flambé. On n'a jamais rencontré ni encre, ni réservoir destiné à la contenir, dans aucune espèce de nautile ou d'ammonite fossile. Or, si une substance semblable eût existé chez les animaux qui en occupaient la chambre antérieure, on en eût rencontré quelques traces dans ces couches du lias de Lyme-Regis où abondent les nautiles et les ammonites, et où se voit si parfaitement conservée l'encre des céphalopodes nus. La seiche commune, alors même qu'elle est encore renfermée à l'intérieur de l'œuf transparent où elle se développe, possède déjà cet organe rempli de sa liqueur noire et prêt à remplir ses fonctions dès que l'animal sera éclos; et ce réservoir est revêtu d'une couche d'une nacre brillante toute pareille à celle qui recouvre certaines membranes internes dans quelques poissons (39).

Si l'on compare la coquille des bélemnites

(38) L'étui corné lamelleux se trouve rarement conservé dans ses rapports avec l'étui fibro-calcaire qui fait partie de la coquille; mais on le rencontre fréquemment isolé dans le lias de Lyme-Regis. Il offre souvent certaines portions d'un nacre remarquable, tandis que d'autres parties du même étui sont demeurées à l'état corné

(39) J'ajouterai ici quelques mots dans le but d'expliquer ce fait curieux que, parmi les échantillons innombrables de bélemnites qui ont depuis une époque si reculée fixé l'attention des naturalistes, il ne s'en est pas rencontré un seul complet dans toutes ses parties, et qui eût son encre encore contenue dans la chambre antérieure, soit que la gaîne fibro-calcaire fût séparée de l'étui corné et du réservoir d'encre, ou bien que ce dernier fût constamment isolé de la gaîne cornée et enveloppé seulement dans la membrane cornée revêtue de nacre qui constitue la chambre antérieure. D'après l'état où se trouvent certaines ammonites nacrées, comprimées, du lias schisteux de Watchet, il est évident que l'enduit nacré seul de ces coquilles s'est conservé, tandis que la coquille elle-même s'est détruite. Ce fait nous explique pourquoi, dans presque tous les échantillons de réservoirs d'encre que l'on rencontre à Lyme-Regis, l'étui calcaire et la coquille manquent complétement, tandis que ces échantillons conservent au contraire le nacre irisé qui les entourait, ainsi que cela a lieu également dans les ammonites de Watchet. Il est à présumer que, dans chacun de ces cas, la matière où ces coquilles ont été ensevelies, a la propriété de conserver la nacre ou la substance cornée, tandis que la substance calcaire, plus soluble, y disparaissait, dissoute peut-être dans quelque acide qui y était contenu.

Mais ce qu'il est plus difficile de déterminer, c'est la raison qui a fait que parmi tant de millions de bélemnites qui sont dispersées indifféremment dans presque toutes les couches de la série secondaire, et qui recouvrent parfois complétement certains lits de schiste en rapport immédiat avec le lias et l'oolite, il s'en trouve si peu qui aient conservé soit leur gaîne cornée, soit leur réservoir d'encre. L'absence du fourreau corné et nacré peut s'expliquer par l'hypothèse que la substance enveloppante ait été peu favorable à la conservation de cette membrane cornée, en même temps qu'elle eût favorisé celle du fourreau calcaire; et l'absence des réservoirs à encre se conçoit avec une facilité égale, si l'on suppose qu'en général la décomposition des parties molles de l'animal fut cause que l'encre se dispersa avant que ses restes fussent ensevelis dans le sédiment terreux sur lequel ils étaient tombés.

On voit sur le rivage, au bas de la colline du Cap-d'Or (Golden Cap), près de Charmouth, deux couches de marne pour ainsi dire pavées de bélemnites, et séparées par une épaisseur de trois pieds seulement d'une autre marne où l'on n'en rencontre presque pas. Or, la plupart de ces bélemnites ont à leur surface des serpules et d'autres coquilles étrangères qui leur sont fixées; et cette circonstance nous donne à connaître que le corps et les réservoirs à encre se sont détruits, et que les bélemnites ont reposé au fond des eaux un certain laps de temps avant que d'être recouvertes. Ces divers faits s'expliquent par l'hypothèse que la mer, dans cette localité, était très-fréquentée par les bélemno-seiches durant les intervalles qui séparaient les divers dépôts du lias. On est conduit à une semblable conséquence par l'état où se montrent certaines bélemnites de la craie d'Autrem, qui ont été perforées par de petits animaux pendant le temps qu'elles ont reposé sur le fond, et dont les trous se sont remplis ensuite de substance calcaire ou siliceuse, lorsque la matière de la craie est venue à les recouvrir à l'état de vase molle ou dissoute dans les eaux. (*Voyez* le *Mémoire* de M. Allan, *sur les bélemnites*, dans les *Transactions de la Société royale d'Edimbourg*, et celui de M. Muller, dans les *Transactions géologiques de Londres*, 1826. p. 53.)

C'est ainsi que le plus souvent, dans les millions de bélemnites qui remplissent les formations secondaires, l'étui fibro-calcaire et les alvéoles cloisonnées sont les seules parties qui se soient conservées, tandis que dans certains lits de schistes les étuis et les alvéoles cloisonnées ont quelquefois entièrement dis-

avec celle du nautile, on trouve entre toutes leurs parties les plus importantes une analogie à peu près complète (40) : et l'on peut étudier toute la série successive des autres genres de coquilles cloisonnées sans perdre un instant de vue ces mêmes analogies.

On connaît déjà quatre-vingt-huit espèces de bélemnites et l'on peut juger à quel point ces mollusques se multiplièrent, par les milliers de leurs débris fossiles qui remplissent les formations oolitiques et crétacées. Si l'on observe que dans chacune de ces deux grandes formations, la famille éteinte plus nombreuse encore des ammonites coexista avec celle des bélemnites, et que chacune des espèces qui en font partie offre des dispositions plus compliquées et plus parfaites que celles que nous sommes à même d'observer dans le petit nombre de céphalopodes voisins des précédents en organisation, et qui vivent encore, on arrivera à cette conclusion que ces familles eurent, parmi les habitants des mers d'autrefois, une prédominance numérique, et qu'ils y jouèrent un rôle dont se trouvent dépossédées le petit nombre de créatures qui les représentent dans nos océans modernes.

BLAINVILLE, *son opinion sur l'origine des terrains primitifs.* — *Voy.* MAUPIED.

BOTHRODENDRON. *Voy.* SIGILLAIRE.

BOEUF, *première apparition.* — *Voy.* SUBAPENNIN.

BOUCHEPORN. — Ce cosmogoniste, dans un livre publié en 1844 (*Etudes sur l'histoire de la terre*, etc., in-8°), rejette la théorie de Laplace comme inadmissible, à cause de la difficulté de bien comprendre, d'une part, l'énorme expansion de la matière solaire qui devait embrasser l'orbite d'Uranus et occuper un espace cent milliards de fois plus grand que celui qu'elle occupe aujourd'hui, et, de l'autre, comment une zone de vapeurs circulaires a pu se réunir ensuite en un seul globule, les planètes étant isolées chacune sur leur trajectoire. M. le vicomte d'Archiac fait remarquer qu'en regardant comme très-difficile de comprendre l'ancienne extension de l'atmosphère solaire supposée par Laplace, M. Boucheporn n'a sans doute point songé qu'il y a des nébuleuses dont la nébulosité s'étend jusqu'à 150 rayons de l'orbite terrestre de l'étoile centrale, et que si l'on supposait une de ces étoiles à la place de notre soleil, son atmosphère comprendrait non-seulement l'orbite d'Uranus, mais s'étendrait encore huit fois plus loin.

Cette réponse de M. le vicomte d'Archiac n'a plus aujourd'hui aucune signification.

M. Boucheporn ne s'est pas borné à rejeter la théorie de Laplace ; il a présenté quelques aperçus sur une hypothèse qui consisterait à regarder les planètes comme ayant une origine tout à fait étrangère au soleil, autour duquel elles se meuvent. Après avoir fait remarquer que, s'il y a concordance entre les grands mouvements des planètes, il y a au contraire discordance dans leur mouvement de rotation, lequel a lieu dans des plans équatoriaux non-seulement inclinés sur le plan de l'écliptique, mais encore formant avec lui tous les angles possibles; qu'en outre les satellites, quoique se mouvant dans le même sens, offrent cette particularité que, dans leur rotation, ils présentent toujours la même face à leur planète respective, l'auteur conclut que les mouvements de ces satellites portent les caractères d'une loi générale, simple et uniforme, ce qui n'a pas lieu pour celui des planètes : aussi regarde-t-il le mouvement des premiers comme indiquant la manière d'être originaire et normale, et la diversité de celui des secondes comme la conséquence de leurs perturbations par suite des chocs qu'elles auraient éprouvés.

M. Boucheporn pense donc que les planètes sont étrangères au soleil, et dérivent toutes d'une impulsion simultanée vers la sphère d'attraction dominante de cet astre. Il y aurait eu alors *succession* dans la provenance de ces deux parties constituantes du système, l'astre central d'une part, et les planètes ou satellites de l'autre.

Nous ne nous arrêterons point à faire à l'auteur une foule de questions qu'on est tenté de lui adresser et auxquelles, sans doute, il ne pourrait répondre ou ne répondrait que par de nouvelles hypothèses tout aussi aventureuses.

Nous nous bornerons à dire quelques mots de l'idée théorique qui fait le fondement de son livre. Cette idée, c'est l'instabilité de la position de l'axe de la terre, instabilité

paru, et qu'ainsi la gaîne cornée ou nacrée et le réservoir d'encre sont les seules parties qui aient persisté.

(40) Les chambres aériennes et le siphon sont, dans ces deux familles, des organes essentiellement les mêmes.

Dans les bélemnites, l'extrémité antérieure de la coquille fibro-calcaire, ou cette partie qui constitue un cône creux *droit*, où sont renfermées les cloisons transversales de l'alvéole cloisonnée, représentent le cône creux *contourné* dans l'intérieur duquel sont distribuées les lames transversales qui cloisonnent l'alvéole du nautile.

La *coupe* cornée antérieure ou chambre externe de la bélemnite, où sont renfermés le sac à encre et d'autres viscères, représente la vaste chambre antérieure où l'animal du nautile se tient renfermé.

Toutefois la portion postérieure, ou l'étui, qui se prolonge en arrière sous forme d'une *flèche*, de substance fibreuse, nous offre une modification du sommet du cône droit de la coquille, qui ne paraît point avoir d'analogue dans le sommet enroulé de la coquille du nautile. Cette partie qui s'ajoute à ce que l'on observe d'ordinaire dans les coquilles, paraît avoir sa raison dans les usages spéciaux de cette flèche des bélemnites. Ces fossiles, en effet, à titre de coquilles internes, remplissaient les mêmes fonctions que la coquille interne de la seiche commune, et servaient de même à supporter les parties molles des animaux qui les contenaient. La structure fibreuse de cette *flèche* est la même que l'on rencontre dans beaucoup de coquilles ; et elle est des plus apparentes dans la pinne marine.

produite par des chocs de comètes. C'est autour de cette hypothèse, déjà bien ancienne, que l'auteur est venu grouper, avec beaucoup de talent, les faits nombreux qu'il a rassemblés.

M. Boucheporn examine la possibilité mathématique que le globe ait été rencontré par une ou plusieurs comètes ; il rappelle à ce sujet les idées de Wisthon et de Halley, et insiste surtout sur l'immense durée du temps qu'il suppose avoir été nécessaire pour la formation des divers terrains. Il montre également que les calculs des astronomes sur la non-probabilité des chocs d'une comète n'embrassent qu'un petit nombre de siècles. « Mais, dit M. Boucheporn, quant à ces événements, dont l'intervalle ne se compte que par milliers de siècles, pour eux l'instant fini disparaît, la durée de l'homme, de ses monuments, de ses empires, s'anéantit et s'efface.

« Si, négligeant ces chétives durées que le souvenir de l'homme peut atteindre, nous embrassons de nos regards l'immense étendue des âges dont les dépôts et les ossuaires géologiques nous ont conservé la trace, nous comprendrons alors que la proportion des faits y puisse changer comme y change l'unité de mesure dans le calcul des temps. Nos événements les moins probables deviennent les faits réguliers de cette vaste histoire; ils forment les combinaisons ordinaires dans l'échelle de numération convenable à ces durées, dans cette vie des mondes dont nos siècles ne forment pas un des jours. »

Après avoir posé les données du problème, l'auteur s'attache à démontrer que l'on peut admettre dix passages par an de comètes à travers le plan de l'écliptique, ce qui ne ferait en réalité que six ou sept, un certain nombre d'entre elles coupant plusieurs fois le plan de l'orbite. Il y aurait donc certitude d'un choc dans un espace d'environ trois millions d'années, c'est-à-dire que cet événement rentrerait dans les limites que M. Boucheporn assigne moyennement aux diverses périodes géologiques. D'après le calcul des probabilités, un choc a dû venir se placer dans chacun des intervalles de durée que l'on peut assigner aux divers âges de la terre.

Nous avons à présenter contre ces vues de M. Boucheporn plusieurs observations. D'abord il n'est pas exact d'avancer, comme l'a fait M. Boucheporn (page 145), que tous les savants qui se sont occupés de la question du déplacement des pôles, ont considéré implicitement la terre comme une masse homogène dont toutes les parties sont solidaires. Déjà M. Hopkins dans plusieurs Mémoires publiés en 1840 et 1842, après avoir successivement considéré la terre comme composée d'un noyau solide séparé de l'enveloppe extérieure solide par une zone fluide, soit d'un noyau fluide entouré seulement d'une écorce solide, soit enfin comme solide de la surface jusqu'au centre, a insisté d'une manière toute particulière sur la démonstration de la permanence de l'axe terrestre et sur la nécessité d'écarter, comme essentiellement fausse, toute hypothèse basée sur son changement.

M. Boucheporn admet des systèmes de fracture produits à chaque choc par les forces d'expansion et de refoulement qui se manifestèrent dans les plans méridiens. Pour démontrer la nécessité de ces fractures comme conséquence des chocs, l'auteur aurait dû résoudre d'abord une série de problèmes dont la non-solution infirme ses conclusions. Ainsi, par exemple, quel a dû être le minimum d'inclinaison du nouvel axe par rapport à l'ancien, pour occasionner un effet sensible à la surface par le refoulement du liquide interne? Quelle est la limite minimum d'épaisseur de la croûte, à laquelle a dû cesser au dehors la manifestation de la pression du liquide interne, par suite du déplacement de l'axe? Les effets ont-ils été proportionnels au temps ou bien au plus ou au moins d'ancienneté de leur manifestation? La grandeur des effets a-t-elle dépendu de l'angle que formait le nouvel axe avec l'ancien, et du plus ou du moins d'épaisseur de la croûte terrestre à un moment donné? D'un autre côté, des conditions très-diverses, telles que les dimensions du corps choquant, sa vitesse, sa direction relativement à l'axe de rotation et au mouvement de translation du corps choqué, n'ont-elles pas dû faire varier les résultats? Dans quels rapports ont eu lieu ces variations? Enfin, il eût été important d'examiner si la résistance opposée par la croûte solide n'a pas été proportionnelle aux temps. On conçoit, en effet, que les chocs qui ont eu lieu aux époques anciennes, alors que l'écorce terrestre était très-mince, ont dû occasionner des effets très-différents de ceux qui se sont produits lorsqu'elle était plus épaisse. Dans le premier cas, la surface du globe a dû présenter en quelque sorte l'image d'une mer sans bornes, et par conséquent il ne sera pas resté de relief montagneux sensible pour marquer le nouvel équateur, tandis que ce résultat aura pu avoir lieu à la suite de chocs subséquents, puis aura diminué à mesure que l'écorce augmentait d'épaisseur, et enfin aura cessé ou devra cesser tout à fait, lorsque la résistance de cette même écorce aura fait ou fera équilibre à la pression exercée par le refoulement du liquide interne lors du déplacement de l'axe. Voilà, relativement aux effets des chocs, quelques-uns des divers points de vue qu'il eût été bon d'analyser dans l'intérêt de la nouvelle hypothèse.

D'autres difficultés se présentent, quand on considère ce que peut être le choc lui-même entre deux corps de nature si différente. L'un, en effet le corps choqué, est supposé une coque plus ou moins solide, plus ou moins épaisse, suivant le temps, enveloppant un noyau fluide, le tout ayant une densité moyenne de 5,67; l'autre, ou le corps choquant, est une substance gazeuse, tellement rare, qu'elle ne fait pas dévier

de la direction rectiligne le rayon lumineux d'une étoile placée derrière le centre même du noyau, dont la densité est inappréciable et dont le volume n'est moyennement que le cent millième de celui de la terre ou du corps choqué. Or, peut-on soumettre à l'analyse l'effet d'une pareille collision, et si la décomposition des forces peut être appréciée, n'est-elle pas beaucoup plus compliquée que l'auteur ne le suppose? D'un autre côté, est-il bien certain qu'un choc susceptible de déplacer l'axe de rotation, même d'une très-petite quantité, n'aurait pas été capable, surtout à une certaine époque, de briser la coque extérieure, en mille morceaux et de disperser dans l'espace le fluide intérieur? Comment concevoir que, sur quatorze chocs qui auraient eu la jouissance de déplacer l'axe, pas un seul n'eût amené ce résultat?

Un déplacement de l'axe entraînant un changement dans la forme du sphéroïde, par quel merveilleux hasard la forme statique actuelle, après les quatorze révolutions supposées, se trouve-t-elle être exactement celle que devait avoir la terre lors de son premier refroidissement? Or, ce qui revient au même, comment le dernier choc qui l'a placée comme nous la voyons, et alors que la croute avait à très-peu près l'épaisseur qu'elle a aujourd'hui, aurait-il pu produire une dépression polaire précisément égale à celle qu'avait la terre encore à l'état fluide? Ce résultat, qui se concevrait peut-être pour les premiers moments de la solidification de l'enveloppe externe, ne se conçoit plus à l'époque du dernier choc invoqué.

Terminons par un mot sur la probabilité du choc lui-même. Un seul cas s'est encore présenté d'une comète coupant le plan de l'écliptique très-près de l'orbite de la terre: c'est celui de la comète de Biéla, petit astre à courte période, sans queue, sans apparence de noyau solide, et qui décrit, en six ans trois quarts, une ellipse peu excentrique. On évalue, à la vérité, à six ou sept cents, le nombre des comètes constatées par des documents plus ou moins authentiques; mais il n'y en a guère que cent cinquante dont les orbites aient été calculées. Quant à leur influence perturbatrice, on sait qu'elle est très-faible et en rapport avec leur petit volume et leur densité, plus faible encore. Ainsi, la comète qui, en 1767 et 1770, traversa le système des satellites de Jupiter, n'occasionna pas la moindre perturbation dans les mouvements bien connus de ces petits astres.

M. Boucheporn nous semble donc s'être exagéré les effets mécaniques de la rencontre de notre globe avec une comète. La périodicité qu'il admet dans ces phénomènes et dans la similitude de leurs résultats constituerait une sorte de fatalité dont nous ne voyons pas d'exemples dans les mouvements des corps célestes.

BOUGUER, ses idées sur la constitution du soleil réfutées par M. Godefroy.—*Voy.* Soleil.

BOYLE. *Voy.* Géologie.

BRACHIOPODES, classe de mollusques.—Ainsi que les lamellibranches (*V.* ce mot), les mollusques brachiopodes manquent de tête, des organes de la vision et de ceux de l'audition. Libres en effet, ou fixées soit par un muscle extérieur soit par leur coquille même, leurs espèces ne peuvent en aucune manière changer de place.

Lorsque l'animal est libre, tous les muscles sont à l'intérieur de la coquille; lorsqu'il est fixe, il sort, par une ouverture de la coquille, un faisceau de muscles au moyen duquel l'animal adhère aux corps sous-marins. Ces muscles extérieurs saillent sur des points différents, suivant les modifications de forme des coquilles, et constituent ou non un pédicule court ou allongé. La présence ou l'absence des muscles extérieurs sert de limite entre les animaux libres et les animaux fixes; et, dès lors, elle influe sur la station normale des êtres.

La coquille des brachiopodes, que, d'après la perforation, nous considérons comme une partie intégrante de l'animal, se divise toujours, qu'elle soit ou non symétrique, en deux valves inégales: l'une plus longue, fixe ou libre, ou percée par le muscle, toujours plus grande; l'autre jamais percée, operculiforme ou plus ou moins bombée.

On voit, chez les brachiopodes, qu'ils ont été créés principalement à deux époques distinctes: dans les terrains paléozoïques et crétacés; tandis qu'ailleurs ils n'ont montré que quelques genres isolés. Ils n'ont pas, non plus, montré une progression croissante; mais, au contraire, une progression décroissante des époques les plus anciennes aux plus modernes.

Les *brachiopodes brachidés*, dont dépendent la *térébratule*, les *spirifer*, se sont montrés avec la première animalisation du globe et atteignent le maximum de leur développement numérique de genres avec l'étage devonien, le second du monde animé. Ils offrent 25 genres dans les terrains paléozoïques; 7 dans les terrains triasiques; 7 dans les terrains jurassiques; 10 dans les terrains crétacés; 6 dans les terrains tertiaires; et de tous les genres connus, on ne retrouve plus, à l'époque actuelle, que 7 genres, pour représenter l'ensemble si nombreux des temps les plus anciens; ainsi, sans aucun doute, depuis les terrains paléozoïques, les brachiopodes brachidés sont en une constante période décroissante dans le développement de leurs formes génériques.

Les *brachiopodes cirrhidés*, dont dépendent la *thécidée*, l'*hippurite*, beaucoup moins parfaits que les *brachidés*, manquent complétement dans les terrains paléozoïques et triasiques; ils montrent un genre dans les terrains jurassiques; 9 genres, ou le maximum de développement dans les terrains crétacés; 2 dans les terrains tertiaires, et le même nombre existe dans les mers actuelles. Ici, bien que les genres aient paru beaucoup plus tard que chez les brachidés, ils ont

suivi la même marche décroissante, depuis les terrains crétacés jusqu'à l'époque actuelle.

En comparant les deux ordres entre eux, nous trouvons que tous les deux sont dans la période décroissante plus marquée : le premier, depuis les terrains paléozoïques ; le second, depuis les terrains crétacés. Dès lors, les brachiopodes forment une exception complète à la loi générale sur le perfectionnement progressif des êtres, en marchant des âges anciens aux plus modernes, comme le croyait Cuvier, d'après ses études sur les mammifères, puisqu'ils vont en décroissant de nombre, de genres, dans les deux séries également.

Si nous comparons l'instant d'apparition des deux ordres à la perfection des organes de chaque ordre en particulier, nous arrivons encore aux mêmes conclusions. Les *brachidés* les plus parfaits, pourvus de bras souvent libres, à coquille non adhérente, ont commencé à se montrer avec la première animalisation du globe dans l'étage silurien ; leur maximum a lieu à l'étage devonien, toujours dans les terrains paléozoïques. Les *cirrhidés*, sans bras, à coquille fixe, et, dès lors, bien moins parfaits que les brachidés, manquent, au contraire, dans les terrains paléozoïques, dans les terrains triasiques, et ne paraissent qu'au milieu de la période jurassique, ou 10 étages plus tard que les brachidés. On voit donc très-clairement que les rapports de la perfection des organes avec l'instant d'apparition des brachiopodes montrent que la perfection est décroissante, ou mieux qu'ils ont marché contrairement au perfectionnement, ou suivant une voie rétrograde, par rapport à ce perfectionnement ; et, dès lors, ont suivi une marche tout à fait opposée à celle des mammifères.

Voyons maintenant l'ensemble numérique des genres pris dans l'ordre chronologique sans avoir égard aux ordres, afin d'avoir des déductions générales. Nous connaissons avoir aujourd'hui 25 genres dans les terrains paléozoïques ; 7 dans les terrains triasiques ; 8 dans les terrains jurassiques ; 20 dans les terrains crétacés ; 8 dans les terrains tertiaires ; et 9 dans les mers actuelles. Les genres montreraient donc une décroissance constante de terrains paléozoïques, jusqu'aux terrains crétacés, où ils s'élèveraient de nouveau pour marcher encore en décroissance jusqu'à l'époque actuelle, où ils restent seulement à un peu plus du quart de ce qu'ils étaient aux premiers âges animés du globe terrestre.

Déductions climatologiques et géographiques.— Nous connaissons trop peu de genres vivants pour en tirer d'autres conclusions que celles que peut nous donner la manière de vivre des brachiopodes. Tous les genres actuellement vivants se tiennent seulement dans les grandes profondeurs ou dans les fonds tranquilles des mers. On peut en déduire des applications très-nombreuses sur l'état des mers anciennes comparées à nos océans, suivant la plus ou moins grande abondance des brachiopodes qu'elles renferment.

Déductions géologiques générales d'application tirées des genres. — Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les brachiopodes, puisqu'à l'exception de 3 genres qui occupent tous les étages, les 38 autres genres connus à l'état fossile sont, au contraire, limités dans les étages, et donnent, pour les terrains et pour les étages supérieurs ou inférieurs où ils ne se trouvent pas, des caractères négatifs excellents.

Les *caractères stratigraphiques positifs* sont également très-tranchés pour les brachiopodes. Sur les 41 genres connus jusqu'à présent, 3 seulement occupent tous les étages, les 38 autres sont autant de caractères positifs pour les terrains et pour les étages où ils ont été rencontrés. Ces caractères sont d'autant plus certains, que sur ces genres 32 sont perdus pour l'époque actuelle, ou pour les étages supérieurs ou inférieurs à ceux où ils se montrent. La persistance des caractères positifs n'est pas moins remarquable, comme on peut en juger par les genres *terebratula*, *rynchonella*, *thecidea* ; etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces, chez les brachiopodes, sont encore, comme pour les autres classes d'animaux ; c'est-à-dire qu'à très-peu d'exceptions près, les espèces qui nous sont connues, au nombre de 1,313, sont spéciales à un seul étage qu'elles ne franchissent pas : presque toutes sont, dès lors, caractéristiques des étages où elles existaient.

BRANCHIPPE. *Voy.* TRILOBITES.

BRONGNIART (AD.), *ses opinions sur les végétaux fossiles.* — *Voy.* FLORE FOSSILE.

BRYOZOAIRES. — On appelle ainsi une classe de mollusques longtemps confondus avec les polypiers, par suite d'une étude superficielle de leur enveloppe calcaire, comme l'ont reconnu les premiers, MM. Edwards et Audouin. Eloignés des zoophytes par leur organisation plus des mollusques que des zoophytes. En effet, éloignés des zoophytes par leur organisation plus compliquée, ces animaux, semblables aux mollusques ascidiens, ont un canal digestif complet, qui s'ouvre au dehors par une ouverture buccale et une ouverture anale distinctes ; ils sont, de plus, enveloppés d'une tunique ou d'un manteau, le plus souvent encroûté de carbonate de chaux, qu'on nomme *cellule*. Bien que chaque animal dans sa cellule ait une existence individuelle propre, les cellules d'une même espèce d'animaux se réunissent, s'agrégent et forment, dans leur ensemble, un corps régulier ou irrégulier souvent très-remarquable.

La cellule n'est pas seulement une coque extérieure inorganique, mais une portion tégumentaire de l'animal encroûtée de charbon de chaux, et souvent perforée comme le test des térébratules.

La cellule testacée est on ne peut plus variable dans sa forme et dans son mode

d'agrégation. En se servant d'abord de la forme de ces cellules, et ensuite de leur arrangement, de leur mode de groupement régulier ou irrégulier, on les a divisés en familles, dans lesquelles on a tâché de circonscrire les genres, de manière à ce qu'on pût les distinguer facilement, afin de faire cesser le chaos qui règne encore aujourd'hui dans cette partie du règne animal.

En considérant l'ensemble nous trouvons que, depuis leur première apparition sur le globe avec les premiers êtres, les bryozoaires occupent tous les étages géologiques, sans montrer une progression croissante bien régulière, puisque les genres qui, dans les étages, restent en arrière, sont trois fois plus nombreux que ceux qui continuent d'exister jusqu'à l'époque actuelle. C'est donc ici encore un remplacement successif de formes animales, dont les unes éphémères, les autres plus persistantes, se font successivement place les unes aux autres depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent. On remarque encore, qu'il y a eu, parmi les bryozoaires, trois grandes époques de création : l'une, dans les terrains paléozoïques; la seconde, dans les terrains jurassiques; et la troisième, dans les terrains crétacés.

Comparaison des familles entre elles. — Pour nous assurer si l'ensemble de la série a suivi la même marche, nous allons comparer les familles entre elles, en commençant par les plus anciennes.

Les *escharidæ*, représentées par les *eschara*, ont montré leurs premiers genres à l'étage silurien, le premier de l'animalisation du globe. Cette famille a donné deux genres dans les terrains paléozoïques, 2 dans les terrains jurassiques, 5 dans les terrains crétacés, 6 dans les terrains tertiaires. L'époque actuelle en présente davantage; ainsi les *escharidæ* sont constamment en voie croissante de formes génériques, depuis le commencement du monde animé jusqu'à nos jours.

Les *myriozoumidæ* ont paru, de même, avec l'étage silurien. Leurs genres ont été au nombre de 4 dans les terrains paléozoïques, de 2 dans les terrains triasiques, de 9 dans les terrains jurassiques, de 10 dans les terrains crétacés, de 8 dans les terrains tertiaires, et d'un nombre inférieur dans l'époque actuelle. Ils ont donc marché en voie croissante de développement jusqu'aux terrains crétacés, et sont, depuis, en voie constante de décroissanee générique jusqu'à nous.

Les *reteporidæ*, dont dépend le *retepora*, ont montré leurs premiers genres avec l'étage silurien, le premier de tous. On voit 16 genres dans les terrains paléozoïques, 1 dans les terrains triasiques, 1 dans les terrains jurassiques, 4 dans les terrains crétacés, 2 dans les terrains tertiaires, et quelques-uns seulement à l'époque actuelle. Les *reteporidæ* auraient eu leur maximum de développement générique dans les terrains paléozoïques, et auraient toujours marché, depuis cette époque, dans une voie constante de décroissance.

Les *crisidæ* montrent leur premier genre dans l'étage carbonifériens : 1 genre dans les terrains paléozoïques, 9 dans les terrains jurassiques, 13 dans les terrains crétacés, 10 dans les terrains tertiaires, et le maximum dans les mers actuelles. Leurs genres ont donc constamment marché dans une voie croissante de développement jusqu'à l'époque actuelle.

Les *celleporidæ* offrent leur premier genre dans les terrains jurassiques : 6 genres dans les terrains crétacés, 5 dans les terrains tertiaires, et leur maximum de leur nombre avec l'époque actuelle. Leurs genres ont donc toujours marché dans une voie croissante, depuis leur première apparition.

En résumé, nous voyons, d'un côté, que les *rétéporidées* sont en voie décroissante depuis les terrains paléozoïques; les *myriozoumidæ*, depuis les terrains crétacés; tandis que, de l'autre, les *escharidæ*, les *crisidæ* et les *celleporidæ* sont, au contraire, toujours en voie constante de développement générique.

Considérée quant au degré de perfection des organes, comparée à l'ancienneté des familles, nous croyons que cette perfection n'est pas régulièrement croissante, en raison de l'âge; car les *reteporidæ*, et les *myriozoumidæ* sont, sans contredit, aussi parfaits dans leur organisation que les *crisidées*, venues deux étages plus tard; que les *celléporidées*, venues 11 étages plus tard.

Déductions zoologiques générales. — Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux familles, les genres de bryozoaires amènent aux conclusions suivantes. Nous les voyons, avec la première animalisation du globe, offrir 8 genres dans l'étage silurien. Ils en montrent 24 dans les terrains paléozoïques, 3 dans les terrains triasiques, 21 dans les terrains jurassiques, 36 dans les terrains crétacés, 29 dans les terrains tertiaires; tandis qu'on en connaît une quarantaine dans les mers actuelles. En n'ayant égard qu'aux genres, les bryozoaires seraient aujourd'hui à leur maximum de développement numérique, sans avoir suivi cependant une marche croissante régulière. C'est presque un remplacement successif depuis les terrains paléozoïques.

Déductions climatologiques et géographiques. — Nous trouvons, pour les *bryozoaires*, les mêmes conclusions que pour les mammifères (*Voyez* ce mot); c'est-à-dire que la distribution isotherme et géographique des genres dans les derniers étages géologiques ne suivent, en aucune manière, la distribution actuelle. La manière de vivre des bryozoaires actuels, comparée à ce qu'ils devraient être aux époques passées, vient seulement nous donner une application importante à la géologie. Tous les bryozoaires actuels ne vivent que dans les grandes profondeurs des mers ou dans les lieux où des courants se font sentir. On en trouve, par exemple, beaucoup de genres autour des îles Malouines, en dehors du cap Horn et sur le banc de Terre-Neuve. Ces données, jointes à ce que nous savons des brachiopodes qu'on trouve avec eux, donnent des

moyens de reconnaître, par le nombre des bryozoaires, quel était l'état de profondeur des mers aux différentes époques géologiques.

Déductions géologiques générales d'application tirées des genres. — Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les bryozoaires, jusqu'à l'exception de 2 genres qui occupent tous les étages; les 67 autres genres connus à l'état fossile sont, au contraire, limités dans les étages, et donnent, pour les terrains et pour les étages supérieurs ou inférieurs où ils ne se trouvent pas, d'excellents caractères négatifs.

Les *caractères stratigraphiques positifs* ont, pour la même raison, très-prononcés pour les bryozoaires : sur les 69 genres connus à l'état fossile, 2 seulement occupent tous les étages; les 67 autres sont autant de caractères stratigraphiques pour les terrains et les étages où ils ont été rencontrés. Ces caractères sont d'autant plus certains que, sur ces genres, 48 sont perdus pour l'époque actuelle ou pour les étages inférieurs ou supérieurs à ceux où ils se sont montrés, et que 22 sont, jusqu'à présent, spéciaux à un seul étage. La persistance des caractères positifs n'est pas moins remarquable : on peut en juger par les genres *ceriopora*, *bidiastopora*, *idmonea*, *escharina*, etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces, chez les bryozoaires, sont encore, comme pour les autres, ennemies. Si l'on en sépare quelques espèces, toutes les autres, ou 695, sont spéciales à un seul étage, qu'elles ne franchissent pas; ainsi, presque toutes seraient caractéristiques de leurs étages particuliers.

BUCKLAND (Le docteur). — L'illustre professeur de l'université d'Oxford, dans son bel ouvrage intitulé : *La géologie et la minéralogie dans leurs rapports avec la théologie naturelle*, a consacré un chapitre entier à la démonstration de cette proposition : *Les découvertes géologiques sont d'accord avec les livres sacrés*. L'opinion qu'il y développe nous a toujours paru la plus plausible, et nous savons qu'elle est embrassée par une foule d'esprits éminents, qui y voient la seule conciliation possible entre les découvertes de la science et le récit de la *Genèse*. C'est celle que Mgr le cardinal Wiseman a adoptée dans ses célèbres *Discours*, prononcés à Rome, *sur les rapports entre la science et la religion révélée*. (*Voy.* Wiseman.) Voici les belles considérations qu'inspire au savant docteur Buckland cette haute et importante question de l'accord des sciences géologiques avec le texte sacré.

« On peut s'étonner à juste titre, dit-il, que quelques hommes pleins de savoir et sincèrement religieux, ne voient que d'un œil soupçonneux et jaloux, les progrès que fait chaque jour l'étude des phénomènes de la nature, lorsqu'on sait quelles preuves nombreuses cette étude nous fournit des attributs les plus élevés de la Divinité, et que les conclusions qui leur sont offertes par les géologues, comme le résultat de leur laborieuses et patientes investigations, ne soient reçues qu'avec les sentiments d'une méfiance injurieuse ou d'une incrédulité absolue. Ces doutes et cette répulsion sont les conséquences des révélations que nous a faites la géologie, touchant les longues périodes qui ont précédé l'établissement de l'homme sur cette terre. Et l'on conçoit qu'un esprit qui, de longue date, s'était fait une habitude d'assigner, aussi bien à l'univers qu'à l'espèce humaine, six mille ans d'existence ou environ, ne reçoive pas sans résistance des informations nouvelles, dont chacune, si elle est vraie, exige un remaniement de la cosmogonie à laquelle il s'était arrêté. Sous ce point de vue, la géologie partage le tort qu'ont éprouvé toutes les sciences à leur naissance, d'être repoussée pendant un temps, comme hostile à la religion révélée; comme elle aussi, bien comprise, elle lui deviendra un auxiliaire puissant, en exaltant nos convictions, sur la grandeur, la sagesse et la bonté du Créateur (41).

« Il n'est pas un homme doué de sa raison, qui ne rapporte à Dieu, comme à leur origine première, l'ensemble tout entier des phénomènes naturels; et, si l'on croit en la Bible comme à la parole même de ce Dieu, craindre de voir se contredire un jour ce que nous pouvons arriver à connaître de ses œuvres, et ce qu'il lui a plu de nous en révéler, n'est-ce pas commettre une inconséquence manifeste? Mais les premiers pas d'une science sont toujours timides et embarrassés; l'esprit humain s'en effraye et s'arme de circonspection et de doute, toutes les fois qu'une conclusion nouvelle demande à prendre place dans le domaine de ses connaissances. S'il y eut des hommes à préjugés qui persécutèrent Galilée, c'est qu'ils crurent la religion menacée par les progrès d'une science sur laquelle s'appuyèrent plus tard les Kepler et les Newton, pour démontrer les plus glorieux et les plus sublimes attributs du Créateur (42).

« Herschell a déclaré que « la géologie, par « la grandeur et la sublimité des objets dont « elle s'occupe, prend son rang dans l'échelle

(41) « Hæc et hujusmodi cœlorum phœnomena, ad epocham sex millenem, salvis naturæ legibus, ægre revocari possunt. Quin fatendum erit potius non eamdem fuisse originem, neque ævum, telluris nostræ et totius universi : sive intellectualis sive corporei. Neque mirum videri debet hæc non distinxisse Mosem, aut universi originem non tractasse seorsim ab illa mundi nostri sublunaris : hæc enim non distinguit populus, aut separatim æstimat. — Recte igitur legislator sapientissimus philosophis reliquit id negotii, ut ubi maturuerit ingenium humanum per ætatem, usum, et observationes, opera Dei alio ordine digererent, perfectionibus divinis atque rerum naturæ adaptato. » (Burnet's, *Archæologiæ philosophicæ*, c. viii, p. 306; in-4°, 1692.)

(42) Kepler termine un de ses ouvrages sur l'astronomie par la prière suivante, que nous reproduisons d'après la traduction qu'en donne le *Christian Observer*, août 1834, page 495.

« Avant que de quitter cette table sur laquelle j'a

« des sciences à côté de l'astronomie; » et l'histoire de la structure de notre planète, dès qu'elle sera bien comprise, conduira l'humanité aux mêmes grands résultats moraux qu'elle a déjà obtenus de l'étude des mécanismes célestes. La géologie a déjà établi, sur des preuves physiques, que la surface du globe n'a pas existé de toute éternité, dans les conditions qu'elle présente de nos jours, mais qu'elle y est arrivée par une série de créations distinctes qui se sont succédé durant des périodes consécutives d'une étendue considérable, mais parfaitement limitées entre elles; que toutes les combinaisons actuelles de la matière avaient été précédées d'autres combinaisons, et que ses derniers atomes, dans toutes les transformations qu'ils ont subies, ont été régis par des lois tout aussi invariables et tout aussi régulières que celles qui tracent aux planètes leur route dans l'espace. Et combien tous ces résultats sont en harmonie avec nos sentiments les plus élevés, avec la conviction où nous sommes de la grandeur et de la bonté du Créateur de cet univers! Si donc des sources de certitude aussi importantes pour la théologie naturelle, n'ont été admises qu'avec répugnance, par des hommes animés d'un zèle sincère pour les intérêts de la religion, c'est que faute d'avoir pénétré assez avant dans les sciences physiques, et de les avoir sainement appréciées, ils avaient craint des contradictions entre les phénomènes naturels et l'histoire de la création telle que la *Genèse* nous la raconte.

« En outre, de ce que les géologues n'ont pu jusqu'à présent s'entendre assez pour établir une théorie de la terre complète et incontestable; et de ce que de vieilles opinions, qui ne s'appuyaient que sur des matériaux sans valeur, ont disparu devant des découvertes plus étendues, on a conclu qu'il n'y a rien de certain dans tout ce que l'on dit à ce sujet, et que toutes les déductions sur lesquelles cette science est fondée n'ont rien que d'indigeste et de purement conjectural : c'est s'armer contre la géologie, d'un raisonnement faux et injuste. Tout homme de bonne foi conviendra que le temps n'est pas encore venu où une théorie de la terre parfaite puisse être établie d'une manière complète et définitive, parce que nous n'avons pas encore par devers nous tout l'ensemble de faits, sur lesquels elle doit un jour être basée; mais en attendant nous possédons déjà beaucoup de ces faits bien démontrés; à leur suite, nous pouvons dès maintenant atteindre à des conclusions d'une importance et d'une certitude incontestable, et la somme de ces conclusions, à mesure qu'elle s'accroît, fournit à cette théorie, qui un jour sera l'une des richesses de l'esprit humain, un point d'appui de plus en plus ferme. Chaque jour nous la perfectionnons davantage; déjà il nous est donné de construire le premier, le second, le troisième étage de notre édifice, avec toute la solidité désirable, quoique un temps bien long doive encore s'écouler avant que le couronnement puisse y être posé. Ainsi donc, tout en admettant qu'il nous reste beaucoup à apprendre, nous affirmons avoir déjà beaucoup et de solides connaissances, et nous protestons contre ceux qui demanderaient la destruction de ce qu'il y a déjà de construit, sous le prétexte qu'il y a encore beaucoup à construire.

« Durant la période d'enfance de la géologie, alors qu'aucune des sciences, qui seules peuvent lui fournir une base assurée, n'était arrivée à maturité, la prudence voulait que l'on remît à une autre époque le parallèle entre le récit de Moïse et la structure actuelle du globe, structure alors presque entièrement inconnue; mais notre position a tout à fait changé depuis cinquante ans; un mouvement immense s'est opéré dans nos connaissances, et leurs limites ont été portées si loin que, à cette heure, le sujet dont il s'agit réclame impérieusement sa place dans notre discussion.

« Or, un premier fait important, c'est que tous les observateurs, quelles que soient d'ailleurs leurs opinions sur les caractères secondaires qui ont agi dans la production des phénomènes géologiques, s'accordent en ce point qu'ils n'ont pu s'accomplir que dans une durée composée d'une suite de périodes immenses en étendue. Ce n'est donc pas sortir de notre sujet, que d'examiner, dès maintenant, jusqu'à quel degré l'histoire de la création, telle qu'elle est contenue dans le narré concis que nous en a fait Moïse, se trouve d'accord avec l'ensemble des phénomènes naturels, dont nous ferons quelques pages plus loin l'objet de notre étude. Car il

fait toutes mes recherches, il ne me reste plus qu'à élever mes yeux et mes mains vers le ciel, et à adresser avec dévotion mon humble prière à l'auteur de toute lumière : O toi qui, par les lumières sublimes que tu as répandues sur toute la nature, élèves nos désirs jusqu'à la divine lumière de ta grâce, afin que nous soyons un jour transportés dans la lumière éternelle de ta gloire, je te rends grâces, Seigneur et Créateur, de toutes les joies que j'ai éprouvées dans les extases où m'a jeté la contemplation de l'œuvre de tes mains.

« Voilà que j'ai terminé ce livre qui contient le fruit de mes travaux, et j'ai mis à le composer toute la somme d'intelligence que tu m'as donnée. J'ai proclamé devant les hommes toute la grandeur de tes œuvres, je leur en ai expliqué les témoignages, autant que mon esprit fini m'a permis d'embrasser l'étendue infinie. J'ai fait tous mes efforts pour m'élever jusqu'à la vérité par la philosophie; et, s'il m'était arrivé de dire quelque chose d'indigne de toi, à moi méprisable vermisseau conçu et nourri dans le péché, fais-le moi connaître, afin que je puisse l'effacer. Ne me suis-je point laissé aller aux séductions de la présomption, en présence de la beauté admirable de tes ouvrages? Ne me suis-je pas proposé ma propre renommée parmi les hommes en élevant ce monument qui devait être tout entier consacré à ta gloire? Oh! s'il en était ainsi, reçois-moi dans ta clémence et dans ta miséricorde, et accorde-moi cette grâce que l'œuvre que je viens d'achever soit à jamais impuissante à produire le mal; mais qu'elle contribue à ta gloire et au salut des âmes.

importe qu'il ne nous reste plus aucun doute à cet égard, lorsque nous entrerons dans ces recherches, ayant pour but la reconstruction d'une série d'événements dont la majeure partie a précédé la création de l'espèce humaine.

« Or, je crois pouvoir démontrer non-seulement qu'il n'y a pas incompatibilité entre les déductions auxquelles nous serons conduits et le récit de Moïse, mais que les études géologiques auront pour résultat de jeter d'importantes lumières sur plus d'un point de ce récit demeuré jusqu'alors obscur. Comme nous serons conduits peut-être à proposer quelques idées peu d'accord avec les interprétations les plus généralement reçues jusqu'ici et les plus popularisées, je déclare qu'on peut les admettre sans craindre que nous allions jamais jusqu'à porter atteinte à l'authenticité du texte lui-même, ou au respect que nous devons à l'autorité d'hommes qui, par cela même qu'ils nous ont précédés, n'ont point compris comme nous les passages en question, privés qu'ils étaient du secours de ces mêmes faits qui sont venus les éclairer à nos yeux d'une lumière toute nouvelle; et si à quelques égards la géologie semble demander que l'on sacrifie quelque chose de l'interprétation littérale du texte aux exigences des déductions scientifiques, elle nous en dédommagera largement par les nouveaux appuis qu'elle fournira à la religion naturelle sur divers points que la révélation n'avait pas eu pour but de nous enseigner.

« L'erreur de ceux qui veulent trouver dans la Bible une histoire complète et détaillée des phénomènes géologiques, c'est d'exiger trop; les opérations créatrices dont ils lui demandent gratuitement compte s'élèvent à des époques et à des localités n'offrant plus aucun rapport direct avec l'espèce humaine. Il ne serait pas plus déraisonnable d'accuser le récit mosaïque d'imperfection, parce qu'il n'y est point fait mention des satellites de Jupiter ou de l'anneau de Saturne, que de s'en prendre à lui du désappointement auquel on s'expose lorsqu'on y va chercher un ensemble de connaissances géologiques qui peuvent entrer dans une encyclopédie des sciences, et nullement dans un volume, dont l'unique but est de fixer nos convictions religieuses, et de nous donner des règles de conduite. La révélation devait-elle être une communication de l'omniscience tout entière? et, si elle devait s'arrêter quelque part, à quel point des sciences physiques plutôt qu'à tout autre, pour qu'elle fût à l'abri des mêmes reproches d'imperfection et d'oubli dont on s'obstine à poursuivre les récits de Moïse. Une révélation qui eût dit de l'astronomie tout ce qu'en savait Copernic, fût restée au-dessous des découvertes de Newton, et Laplace l'eût trouvée fort défectueuse s'il n'y eût rencontré de science que ce qu'en possédait Newton lui-même. Une révélation de toutes les connaissances chimiques du XVIII^e^ siècle eût été bien pauvre en présence de celles d'aujourd'hui, et ces dernières, sans nul doute, éprouveront le même sort lorsqu'on les comparera à celles de l'âge qui doit succéder au nôtre; et, dans toute la sphère des connaissances humaines, il n'en est pas une à laquelle ce raisonnement ne puisse s'appliquer, jusqu'à ce que l'homme ait obtenu la révélation complète de tout ce qu'il y a de mystérieux dans le mécanisme des mondes matériels et dans les forces qui les mettent en mouvement. Une telle mise en possession de l'intelligence de Dieu lui-même dans ses œuvres et dans toutes ses voies, conviendrait peut-être à des êtres d'un ordre supérieur; peut-être aussi entre-t-elle comme élément dans le bonheur auquel nous sommes réservés par delà cette vie. Mais elle dépasse les forces de la race humaine placée dans les conditions physiques et morales où nous la voyons; elle serait en contradiction manifeste avec les vues que la Divinité s'est proposée toutes les fois qu'elle s'est communiquée par des révélations. Ces sortes de manifestations ont eu pour but de donner à l'homme des lumières morales, et non des connaissances scientifiques.

« Diverses hypothèses ont été proposées dans le but de faire concorder les phénomènes géologiques avec la narration concise que Moïse nous a faite de la création. C'est ainsi que plusieurs ont voulu expliquer par le déluge de la *Genèse* la formation des couches stratifiées, opinion incompatible avec l'épaisseur énorme et les subdivisions en nombre immense que présentent ces couches, avec la variété infinie et la constante régularité suivant laquelle s'y succèdent les restes d'animaux et de végétaux, dont la différence avec les espèces actuelles sont en raison directe de leur antiquité et des profondeurs où elles se trouvent. Ce fait que la plus grande partie de ces restes appartiennent à des genres éteints, et presque tous à des espèces perdues, lesquels ont vécu, se sont reproduits et ont péri sur le lieu même où on les trouve, ou à une distance très-rapprochée, prouve que toutes ces couches ont été successivement et lentement déposées, durant des périodes d'une longue durée et à de grands intervalles. De ces végétaux et de ces animaux, il est impossible qu'aucun ait fait partie de la création à laquelle nous appartenons immédiatement.

« Suivant d'autres, ces couches auraient été formées au fond des eaux dans l'intervalle qui s'est écoulé entre la création de l'homme et le déluge sacrés; et, à cette dernière époque, les portions primitivement élevées au-dessus du niveau des mers qui formaient les continents antédiluviens, se seraient engouffrées sous les eaux, tandis que l'ancien lit des océans se serait soulevé pour former à son tour des montagnes et des continents. Mais cette hypothèse tombe irrésistiblement devant les faits que nous devons exposer dans la suite de cet ouvrage.

« Une troisième opinion a été émise en même temps par de savants théologiens et par des hommes versés dans les études géologiques, et sans qu'ils y aient été conduits

par les mêmes considérations ; elle consiste à dire que les jours dont il est question dans le récit génésiaque, ne sont point des intervalles égaux à ceux que le globe emploie pour opérer une rotation sur lui-même, mais bien des périodes se succédant entre elles, et chacune d'une grande étendue; et l'on a été jusqu'à affirmer que l'ordre suivant, dans lequel se succèdent les débris qui nous sont restés d'un monde antérieur au nôtre, était en tout d'accord avec l'ordre de création raconté dans la *Genèse*. Cette assertion, malgré son exactitude apparente, ne s'accorde pas encore dans son entier avec les faits géologiques (43). Car il est prouvé que les plus anciens animaux marins se rencontrent dans ces mêmes divisions de couches de transition les plus inférieures, où l'on rencontre les premiers restes végétaux, d'où cette conclusion irrésistible que ces animaux et ces végétaux sont d'origine contemporaine ; et si quelque part la création des végétaux a précédé celle des animaux, c'est un fait dont jusqu'ici les recherches géologiques n'ont pu rencontrer aucune trace. Cependant il n'y a encore là, dans mon opinion, aucune objection solide, que la théologie ou la critique puissent faire contre l'emploi du mot jour dans le sens d'une longue période ; mais l'on demeurera convaincu de l'inutilité d'une telle extension dans le but de réconcilier la *Genèse* avec les faits naturels, si je parviens à démontrer que toute la durée dans laquelle se sont manifestés les phénomènes géologiques est en entier comprise dans l'intervalle indéfini dont l'existence nous est annoncée par le premier verset.

« Dans ma leçon inaugurale, publiée à Oxford en 1820, pages 31-32, j'ai formulé mon opinion en faveur de cette hypothèse, que « le mot *commencement* a été appliqué par Moïse, dans le premier verset de la *Genèse*, à un espace de temps d'une durée indéfinie et antérieure à la dernière grande révolution qui a changé la face de notre globe, ainsi qu'à la création des espèces animales et végétales qui en sont maintenant les habitants. Durant ce temps, de longues séries de révolutions diverses ont pu s'exécuter, lesquelles ont été passées sous silence par l'historien sacré, comme entièrement étrangères à l'histoire de la race humaine. Il ne s'en est autrement inquiété que pour constater ce fait, que les matériaux constituants de l'univers ne sont pas éternels, ne tirent pas d'eux mêmes leur propre existence, mais ont été créés dans l'origine des siècles par la volonté du Tout-Puissant. » Et j'ai éprouvé une véritable satisfaction lorsque j'ai vu que cette manière d'envisager notre sujet, qui avait déjà depuis longtemps pris place dans mon esprit, était tout à fait d'accord avec l'opinion imposante du docteur Chalmers. Il l'expose en ces termes dans son *Evidence of the Christian revelation*, chap. 7 : « Est-ce que Moïse a jamais dit que Dieu, en créant le ciel et la terre, ait fait autre chose qu'une transformation de matériaux déjà existants ? ou avance-t-il quelque part qu'une longue suite de siècles ne sépare pas le premier acte de la création dont il est parlé dans le premier verset de la *Genèse*, et qui dit s'être passé « *au commencement*, » et toutes ces autres opérations dont le récit plus détaillé commence au second verset, et qu'il nous décrit comme s'étant accomplies dans un nombre déterminé de jours? ou enfin nous donne-t-il à entendre que ces généalogies vont plus loin qu'à fixer l'antiquité de l'espèce humaine, abandonnant à la discussion philosophique l'antiquité du globe lui-même ? »

« Les théologiens les plus savants ont longtemps discuté la question de savoir si le premier verset de la *Genèse* devait être considéré comme désignant les choses qui vont suivre, et offrent un préambule sommaire de la création nouvelle, dont les détails constituent l'histoire des six jours qui remplit les versets suivants : ou comme établissant simplement ce fait, que le ciel et la terre ont été créés par Dieu, sans limiter la durée dans laquelle s'est exercée son action créatrice. La dernière de ces opinions est parfaitement en harmonie avec les découvertes de la géologie.

« Le récit de Moïse commence par déclarer que, « dans le commencement, Dieu créa le « ciel et la terre. » Ce peu de mots peuvent être reconnus par les géologues comme l'énoncé concis de la création des éléments matériels dans une durée qui précéda distinctement les opérations du premier jour. Nous ne trouvons affirmé nulle part que Dieu créa le ciel et la terre dans « le pre- « mier jour, » mais bien dans « le commence- « ment, » et ce *commencement* peut avoir eu lieu à une époque reculée au delà de toute mesure, et qu'ont suivie des périodes d'une étendue indéfinie, durant lesquelles se sont accomplies toutes les révolutions physiques dont la géologie a retrouvé les traces.

« Le premier verset de la *Genèse* nous paraît donc renfermer explicitement la création de l'univers tout entier ; du « ciel », ce mot « s'appliquant à tout l'ensemble des systèmes « sidéraux (44) ; et de la terre, » notre planète étant aussi l'objet d'une désignation spéciale, parce qu'elle est la scène où vont se passer tous les événements sans rapport avec l'histoire de l'espèce humaine, et qui ont eu lieu sur la surface du globe, depuis l'époque indiquée par le premier verset, où furent créés les éléments qui entrent dans sa composition, jusqu'à celle dont l'histoire est résumée dans le second verset, il n'en est fait aucune mention ; aucune limite n'est

(43) *Voy.* l'art. JOURS-PÉRIODES dans ce *Dictionnaire*.

(44) Le pluriel hébreu *shamaim*, (*Gen.* II, 1), que l'on traduit par *ciel*, désigne, par sa signification étymologique, les régions au-dessus de nous, tout ce qui est au-dessus de la terre, comme nous disons de Dieu qu'il est au-dessus, qu'il est en haut, qu'il est au ciel, lorsque nous voulons indiquer la présence de sa divinité dans des espaces distincts de cette terre. (E.-B. PUSEY.)

imposée à la durée de ces événements intermédiaires, et des millions de millions d'années peuvent s'être pressés dans l'intervalle compris entre ce *commencement* où Dieu créa le ciel et la terre, et le soir où commence le premier jour du récit mosaïque (45).

(45) Je suis heureux de pouvoir joindre ici la note suivante de mon ami le professeur royal d'hébreu à Oxford; elle vient apporter la sanction importante de la critique hébraïque aux considérations à l'aide desquelles je me suis efforcé de faire disparaître les difficultés spécieuses soulevées à l'occasion des phénomènes géologiques contre l'interprétation littérale du premier chapitre de la *Genèse*.

« Deux erreurs ont été commises par les critiques au sujet de la signification du mot *bara*, créer; l'une par ceux qui prétendent que le mot hébreu doit *nécessairement* être entendu dans le sens de « créer de rien; » l'autre par ceux qui essayent de démontrer à l'aide de l'étymologie que ce mot entraîne la signification de « formation au moyen d'une matière existante déjà. » Ce n'est pas plus ici le cas de l'une que de l'autre signification. Je ne connais aucune langue dans laquelle il y ait un mot qui signifie nécessairement « créer de rien. » Et, d'un autre côté, quel que soit le mot que l'on emploie, il est évident que s'il sagit de l'action créatrice de Dieu, ce mot ne peut impliquer d'une manière nécessaire la préexistence de la matière. Ainsi notre mot *créer*, qui rend le mot hébreu *bara*, exprime que la chose créée reçoit son existence de Dieu sans indiquer par lui-même si Dieu, en l'appelant à exister, la fit sortir ou non du néant; et la nésessité où nous sommes de le faire suivre des mots *de rien* suffit à prouver que le mot créer n'a pas en lui-même cette étendue de signification; et, en effet, quand nous parlons de nous comme créatures de Dieu, nous n'entendons pas du tout par ces paroles que nous ayons été matériellement *créés de rien*. Ainsi c'est à l'ensemble du texte, aux diverses circonstances, aux révélations que Dieu a faites ailleurs, et non à la force du mot en lui-même, qu'il faut s'en rapporter sur la question de savoir si *bara* exprime que la chose a été *créée de rien* (autant que nous pouvons arriver à comprendre cette expression) ou que Dieu a donné à de la matière déjà existante une forme d'existence tout à fait nouvelle. Or cette dernière signification est parfaitement indiquée dans la *Genèse*, I, 27, où il est parlé de la *création* de l'homme; lorsque nous savons d'après le chapitre II, vers. 7, qu'il a été tiré d'une matière déjà existante, — « la poussière de la terre. » — et le mot *bara* n'est réellement tant au-dessus du mot *asah*, faire, que par la raison que le premier s'applique uniquement à l'action divine, tandis que le second se dit également de l'action humaine; et la différence entre ces mots est exactement la même qu'offrent dans notre langue les mots *créer* et *faire* par lesquels on les traduit : mais toute cette dispute me semble tenir plutôt à notre manière d'envisager le sujet qu'au sujet lui-même; car *faire*, quand on l'applique à Dieu, est l'équivalent du mot *créer*.

Ainsi les mots *bara*, créer, *asah*, faire, *yatsar*, former, sont-ils fréquemment employés par Isaïe, et une fois par Amos comme tout à fait équivalents. *Bara* et *asah* expriment également la formation de quelque chose de nouveau (*de novo*), d'une chose dont l'existence, sous cette nouvelle forme, commence, et depend entièrement de la volonté de celui qui la *crée* ou qui la *fait*. C'est ainsi que Dieu se désigne lui-même comme le créateur, — « *Borée*, » — du peuple juif (*Isa.* XLIII, 1, 15), et un événement nouveau est désigné sous ce même terme de *création* dans le livre des *Nombres*, chap. XVI, ŷ 30 : « Si le Seigneur (texte anglais) fait quelque chose de nouveau, » et, dans l'hébreu, « crée une créature. » — Le Psalmiste l'emploie aussi (*Ps.* CIV, ŷ 30) quand il parle du renouvellement de la face du globe, par la succession des créatures douées de vie : — « Tu enverras ton souffle et elles seront créées, et tu renouvelleras la face de la terre. » Cette question a été traitée, mais d'une manière superficielle, par Beausobre, dans son *Histoire du manichéisme*, t. II, liv. V, chap. 4; et mieux par Pétavius, *Dogm. théol.*, t. III, *De opificio sex dierum*, lib. I, chap. 1, § 8.

« Après avoir relu et étudié ce récit, le seul résultat auquel je puisse arriver, c'est que les mots *créer* et *faire* sont synonymes, quoique le premier exprime cette idée avec plus de force; et ils sont en effet continuellement pris l'un pour l'autre. — « Dieu *créa* les grandes baleines (*Gen.* I, ŷ 21); — Dieu *fit* la bête de la terre (ŷ 25). — *Faisons* l'homme (ŷ 26); ainsi Dieu créa l'homme (ŷ 27). » — Mais il est en même temps probable que le mot « *bara* » créer, fut choisi à cause de la signification plus élevée pour désigner la formation primitive du ciel et de la terre.

« Cependant le seul point réellement important qu'il y ait à débattre dans l'interprétation du premier chapitre de la *Genèse*, c'est de déterminer d'une manière définitive si les deux premiers versets sont un simple résumé de ce qui va être raconté plus en détail dans le reste du chapitre, et conséquemment une sorte d'introduction à ce dernier, ou s'ils renferment l'indication d'un fait de création distinct. Or, cette dernière interprétation me paraît être la vraie, d'abord parce que la création du globe lui-même n'y est mentionnée nulle part ailleurs, puis parce que le second verset nous expose l'état de la terre après qu'elle eut été ainsi créée, et nous prépare de cette manière au récit de l'œuvre de six jours; et s'il y est question d'une création, il me semble que cette création, qui a eu lieu, au commencement, » a dû précéder les six jours: car on observera que l'histoire de chacun de ces jours est précédée de la déclaration, « Dieu dit, » ou « Dieu voulut que telle chose fût » — (« *et Dieu dit* ») —; et par conséquent la forme même du récit semble nous indiquer que la création du premier jour commença quand ces mots furent prononcés pour la première fois, c'est-à-dire lorsque la lumière fut créée, au verset 3. Quant à l'époque de la création dont il est question au verset 1, elle ne me paraît pas déterminée; ce que nous y apprenons seulement, c'est ce qui seul nous importe, savoir, que toutes choses ont été créées par Dieu. Et ce n'est pas ici une opinion nouvelle. Plusieurs Pères de l'Église, cités par Pétavius (*loc. cit.*, chap. 11, § 1-8), pensent que les deux premiers versets de la *Genèse* renferment le récit d'un acte de création distinct et antérieur.

Quelques-uns, comme saint Augustin, Théodoret et autres, rapportent à cette époque la création de la matière; d'autres, celle des éléments; d'autres encore (et ce sont les plus nombreux) pensent que ce ne sont pas les cieux visibles dont il est question dans ce passage, mais ce qu'ils regardent comme désigné ailleurs sous les noms de — « le plus haut des cieux, » — cieux des cieux, » — la création de notre ciel visible étant manifestement rapportée au second jour. Pétavius lui-même regarde la création de la lumière comme le seul fait du premier jour (ch. 7 *De opere primæ diei, ia est luce*), considérant les deux premiers versets comme un sommaire fait par Moïse de la création dont il allait entreprendre le récit, et comme une déclaration générale ayant pour but de rapporter à Dieu la création de toutes choses.

Episcopius et plusieurs autres auteurs pensèrent que la création et la chute des anges devaient être rapportées à la période dont il est ici question, et toutes déplacées que soit de telles hypothèses, elles nous font voir combien il est naturel de supposer

« Le second verset décrivait donc l'état du globe au soir du premier jour (car Moïse ayant divisé le temps d'après la méthode judaïque, chaque jour se compte du commencement de la soirée au commencement de la soirée suivante), et ce premier soir peut être considéré comme la fin de cet espace de temps indéfini qui suivit la création première, annoncée par le premier verset, et comme le commencement des six jours qui allaient être employés à peupler la surface de la terre et à la placer dans des conditions convenables pour qu'elle pût recevoir l'espèce humaine. Ce même second verset mentionne distinctement la terre et les eaux comme existant déjà, et comme enveloppées dans les ténèbres. Cette condition d'alors nous est décrite comme un état de confusion et de vide, *tohu*, *bohu*, que l'on a coutume de traduire par *chaos*, mot grec d'une signification vague et sans précision, et que les géologues peuvent considérer comme indiquant le naufrage et la ruine d'un monde antérieur. Ce fut à ce moment que se terminèrent les périodes indéfinies qui font l'objet de la géologie; une nouvelle série d'événements commença, et l'œuvre de la première matinée de cette nouvelle création fut de faire sortir la lumière des ténèbres temporaires qui avaient enveloppé les ruines de l'ancien monde (46).

« Plus loin, dans le neuvième verset, nous retrouvons une mention de cette ancienne terre et de cette ancienne mer. Il y est dit que *les eaux* reçurent l'ordre de *se rassembler en un seul* point, et le sec d'*apparaître*. Or, le *sec* dont il est parlé ici est cette même terre, dont la création matérielle est annoncée dans le premier verset, et dont le second verset décrit la submersion et les ténèbres temporaires; et ces deux faits de l'apparition du sec et du rassemblement des eaux sont les seuls sur lesquels le neuvième verset se prononce : nulle part il n'y est dit que le sec ou les eaux aient été créés le troisième jour.

« On peut interpréter de la même manière le quatorzième verset et les quatre suivants. Ce que l'on y dit des luminaires célestes paraît avoir trait seulement à leurs rapports avec notre planète, et plus spécialement encore avec l'espèce humaine qui allait y prendre place. Nulle part il n'est dit que la substance même du soleil et de la lune ait été appelée à exister pour la première fois le quatrième jour (47); le texte peut également signifier que ces corps célestes furent, à cette époque, spécialement adaptés à certaines fonctions d'une grande importance pour l'espèce humaine : — « A verser la lu- « mière sur le globe; à régner sur le jour et « sur la nuit. » — « A fixer les mois et les « saisons, les années et les jours. » — Quant au fait même de leur création, il avait été annoncé d'avance dès le premier verset. La *Genèse* mentionne aussi les astres (ch. I, 16), mais en trois mots seulement, et, pour ainsi dire, sous forme de parenthèse, comme si elle ne se fût proposé d'autre but que de nous rappeler que tous ils avaient été créés par la même puissance qui avait fait exister déjà le soleil et la lune, ces autres luminaires d'une importance bien plus grande pour nous (48). Cette mention si brève accordée en passant à toute la phalange innombrable de ces corps célestes, dont chacun, selon toute probabilité, est un soleil à part, et le centre d'un système planétaire, tandis que la lune, notre petit satellite, est citée comme approchant le soleil par son importance, nous démontre clairement qu'il n'est accordé d'autre intérêt aux phénomènes astronomiques que celui qui résulte de leurs rapports avec le globe, et surtout avec l'espèce humaine, et nullement de leur importance réelle dans l'immensité de l'univers. Et n'est-il pas impossible que nous mettions les étoiles fixes au nombre des corps que la *Genèse* (I, 17)

un intervalle considérable entre la création mentionnée dans le premier verset de la *Genèse* et celle dont le récit nous est présenté par le verset 3 et les suivants; aussi, dans quelques vieilles éditions de la Bible anglaise, où la division en versets n'existe pas encore, trouve-t-on, à la fin de ce qui est maintenant, le second verset séparé du reste par un intervalle; et dans la Bible de Luther (Wittemberg, 1557), on voit le chiffre 1, répété au commencement du troisième verset pour indiquer que là commence en réalité le récit du premier jour de la création.

Ainsi donc nous trouvons dans ce qui précède la confirmation dont nous avions précisément besoin; car bien que nous repoussions loin de nous l'idée impie de donner à la parole de Dieu une interprétation différente de sa signification la plus claire, il nous fût resté la crainte de nous être laissé influencer à notre insu par les opinions flottantes de notre siècle; c'est pour cela que nous avons dirigé nos recherches avec le plus de soin vers les hommes qui ont expliqué les divines Ecritures à des époques où ces théories n'existaient pas. Qu'il nous soit permis d'ajouter que nous ne porterons pas plus loin ces investigations. Nous ne savons rien de ce que c'est qu'une création, rien des causes premières, rien de l'espace, si ce n'est de la portion limitée par les corps actuellement existants; rien du temps, excepté ce qui en est déterminé par les mouvements de ces mêmes corps. Je regretterais amèrement de paraître dogmatiser à propos de ces choses sur lesquelles un instant de reflexion et d'humilité nous conduira à confesser notre ignorance profonde. *C'est à peine si nous devinons les choses de ce monde, et tous nos travaux ne peuvent nous faire apercevoir ce qui se passe sous nos yeux; qui donc oserait scruter les secrets des cieux.* (*Sagesse*, IX, 16.) — (E.-B. Pusey).

(46) D'après l'opinion que m'a émise le professeur Pusey, ces mots « que la lumière soit, » *Yehi or*, (*Gen.* I, 3), n'impliquent pas davantage que les mots par lesquels on les a traduits que la lumière n'eut *jamais* existé antérieurement; on peut les interpréter simplement dans le sens d'une substitution de la lumière aux ténèbres sur la surface de notre planète. Quant à la question de savoir si la lumière avait déjà existé quelque part dans les œuvres de Dieu, ou si elle avait précédé sur cette terre les ténèbres décrites au verset 2, elle est absolument étrangère au but du narrateur.

(47) Voyez les notes précédentes.

(48) Les mots *veeth haccocabim* se traduisent littéralement par: « Et les étoiles. » (E.-B. Pusey.)

nous dit avoir été placés à la voûte des cieux pour répandre la lumière sur la surface de notre globe, alors que, sans le secours du télescope, le plus grand nombre de ces corps célestes demeure invisible? Le même principe paraît dominer la description de la création, quant à ce qui concerne notre planète; la formation des matériaux qui la composent, une fois annoncée dans le premier verset, les phénomènes de la géologie comme ceux de l'astronomie ont été passés sous silence, et la narration arrive sans intermédiaire aux détails de la création actuelle dont les rapports avec l'homme sont plus immédiats (49).

« L'interprétation que je viens de proposer semble en outre résoudre la difficulté qui, sans ce secours, paraît résulter de ce qu'il est dit que la lumière existait dès le premier jour, tandis que c'est au quatrième seulement qu'apparaissent le soleil, la lune et les étoiles. Si nous supposons que la terre et les corps célestes aient été créés à cette époque dont la distance reste indéterminée, et que l'Ecriture désigne par le mot *commencement*, et que les ténèbres, qui couvraient le soir du premier, n'étaient que des ténèbres temporaires produites par l'accumulation de vapeurs denses — « sur la face de l'abîme, » — on peut concevoir comment un commencement de dispersion de ces vapeurs rendit la lumière à la surface de la terre le premier jour, sans que pour cela les causes qui produisaient cette lumière cessassent d'être obscurcies, et comment la purification complète de l'atmosphère au quatrième jour fut cause que le soleil, la lune et les astres apparurent dans la voûte des cieux et se trouvèrent dans de nouvelles relations avec la terre, nouvellement modifiée, et avec l'espèce humaine (50).

« La lumière existait durant toutes ces périodes longues et distantes entre elles, où se succédèrent toutes les formes animales qui se sont manifestées sur la surface primitive du globe, et que nous retrouvons maintenant à l'état fossile. Nous en avons la preuve dans l'existence d'yeux chez les animaux pétrifiés, appartenant à des formations géologiques de divers âges. Dans un des chapitres suivants, je ferai voir que les yeux des trilobites, fossiles propres aux terrains de transition, sont, par leur organisation, tout à fait analogues à ceux des crustacés actuellement existants, et que les yeux des ichthyosaures, du lias, renferment un appareil tellement semblable à celui qu'on trouve dans les yeux de plusieurs oiseaux, qu'il nous est impossible de douter que ces yeux fossiles ne fussent des appareils optiques calculés pour recevoir de la même manière les impressions de la même lumière qui transmet

(49) Les observations suivantes de l'évêque Gleig, bien qu'à l'époque où il les écrivait il ne fût pas entièrement convaincu de la réalité des faits annoncés par les découvertes géologiques, nous font voir qu'il partageait dès lors cette opinion que le récit de Moïse pourrait sans inconvénient s'interpréter en admettant que l'existence de l'espèce humaine a été précédée d'un laps de temps indéfini.

« Je suis très-disposé à croire que la *matière* dont se compose l'univers a été créée d'un seul jet, quoique plusieurs portions aient reçu leur dernière *forme* à des époques très-diverses. A quelle époque précise l'univers fut-il créé, ou combien de temps le système solaire demeura-t-il dans le chaos? Ce sont là autant de vaines questions auxquelles on ne peut faire aucune réponse. Moïse nous raconte l'histoire de la terre, seulement dans son état actuel : il nous annonce qu'elle fut créée, et qu'elle était vide et informe alors que l'esprit de Dieu flottait à la surface des eaux. Mais il ne nous dit pas combien longtemps dura cet état de chaos, ni si c'étaient ou n'étaient pas les débris de quelque système plus ancien qu'auraient habité des créatures vivantes de races différentes de celles qui existent maintenant à sa surface. Du reste, ceci n'a point pour but de répondre au reproche souvent fait à la cosmogonie de Moïse de n'accorder aux œuvres de la création qu'une antiquité de six ou sept mille années tout au plus; car nulle part dans les livres sacrés Moïse n'a donné cette détermination. Quelque éloignée d'ailleurs que soit l'époque où Dieu créa le ciel et la terre, et, selon toute probabilité, elle l'est beaucoup, il fut un temps où elle n'était distante que d'une année, d'un jour, que d'une heure. Ceux donc qui soutiennent que la manifestation de la gloire du Tout-Puissant par ses œuvres n'a pu être limitée à une courte période de six à sept mille ans, ne sentent pas que la même objection s'adresse à la période la plus immense que puisse concevoir l'esprit humain. Il n'est pas de durée déterminable qui puisse entrer en proportion avec l'éternité, et que nous assignions à l'univers matériel six millions ou six cents millions d'années, un sophiste pourrait dire avec une égale raison que la gloire du Tout-Puissant manifestée dans ses œuvres ne peut être ainsi limitée. Ce n'est donc pas dans le but de faire taire de semblables objections que j'ai admis l'existence d'une terre et d'un ciel plus anciens que ceux que nous avons sous les yeux, comme compatible avec le récit de Moïse ou tout autre passage des livres sacrés, mais dans le but seulement de raffermir la foi des lecteurs pieux qui pourraient se laisser ébranler par les découvertes réelles ou prétendues des géologues modernes. Si ces philosophes ont réellement découvert des os fossiles ayant appartenu à des espèces ou à des genres d'animaux qui maintenant n'existent plus sur la terre ni dans l'océan, et si la destruction de ces espèces et de ces genres ne peut être expliquée par le déluge général ou toute autre catastrophe dont l'histoire nous dit que notre globe a été le théâtre; s'il est de fait que la surface de la terre est formée de couches qui ne peuvent y avoir été déposées dans l'état où elle sont que par la mer, ou par toute autre masse d'eaux demeurées à l'état tranquille sur les points où ces couches se rencontrent pendant des périodes beaucoup plus étendues que n'a été la durée du déluge de Noé; si, dis-je, tous ces faits prennent le caractère d'une certitude complète, ce dont je ne suis nullement convaincu, nous ne trouvons rien dans les livres sacrés qui nous empêche de penser que ce sont les ruines d'une terre antérieure, formée au sein du chaos d'où Moïse nous apprend que Dieu tira les éléments du système actuel. Son histoire, aussi loin qu'elle remonte, est celle de la terre telle qu'elle existe maintenant, de ses habitants actuels et de leurs ancêtres des premiers âges; et un des géologues les plus ingénieux et les plus profonds, Cuvier (*Essai sur la théorie de la terre*), a démontré que la race humaine ne peut pas être beaucoup plus ancienne que ne nous l'annoncent les écrits du législateur hébreu. » (*Stackhouse's Bible*, par l'évêque Gleig, p. 6-7; 1816.)

(50) *Voyez* la note 46 col. 158.

encore la perception de la vue aux animaux existants aujourd'hui. Cette conclusion est entièrement confirmée par ce fait général que toutes les têtes fossiles des poissons ou de reptiles, quelle que soit la formation géologique où on les rencontre, offrent des cavités orbitaires pour que des yeux aient pu y être logés, avec des trous pour le passage de nerfs optiques, bien qu'il soit rare de rencontrer dans ces cavités quelques restes de l'œil lui-même. De plus, la présence de la lumière est tellement indispensable à l'accroissement des végétaux actuels, que nous avons le droit de la regarder comme une condition non moins essentielle du développement de ces nombreuses espèces végétales fossiles qui accompagnent les débris des animaux dans toutes les couches de toutes les formations.

« D'après une opinion à laquelle des découvertes récentes (51) sont venues ajouter un grand poids, la lumière n'est point une substance matérielle, mais seulement un effet des ondulations de l'éther, substance infiniment subtile et élastique qui remplit l'espace tout entier et même l'intérieur de tous les corps. Tant que l'éther demeure en repos, il y a obscurité complète; si, au contraire, il est placé dans un certain état de vibration, la sensation de la lumière existe; de plus, ces vibrations peuvent être produites par diverses causes, telles que le soleil, les astres, l'électricité, la combustion, etc. Si donc la lumière n'est pas une substance particulière, mais une série de vibrations de l'éther, c'est-à-dire un effet produit sur un fluide subtil par l'action d'une ou plusieurs causes extérieures, il ne serait pas exact de dire, et la *Genèse* ne dit pas, dans le verset 3 du chapitre I, que la lumière fut créée, bien qu'on puisse dire littéralement qu'elle fut mise en action.

« Enfin, lorsque le quatrième commandement (*Exode*, XX, 11) rappelle les six jours de la création, on y trouve le mot *asah* « faire, » le même qui se trouve aux versets 7 et 16 du 1er chapitre de la *Genèse*, et que nous avons déjà prouvé être d'une signification moins forte et moins étendue que le mot *bara*, « créer, » et comme il n'entraîne pas nécessairement la *création de rien*, il peut être ici employé à désigner un nouvel arrangement de matériaux qui existaient déjà.

« Mais nous rappellerons en terminant que ce n'est nullement le récit de Moïse en lui-même, dont nous mettons en question l'exactitude, mais seulement la manière dont il doit être interprété; et nous devons avoir surtout présent à l'esprit que l'objet de ce récit n'est aucunement d'établir *de quelle manière*, mais bien *par qui* le monde fut créé. Comme il y avait une tendance de l'esprit humain, dans ces premiers âges du monde, à adorer les objets les plus glorieux de la nature, et nommément le soleil, la lune et les étoiles, nous devons croire que Moïse, en racontant la création, eut pour but principal de préserver les Israélites du polythéisme et de l'idolâtrie des nations qui les entouraient, en proclamant que tous ces corps célestes, si pleins de magnificence, n'étaient pas eux-mêmes des dieux, mais seulement l'ouvrage d'un Créateur unique et tout-puissant, auquel seul devait s'adresser l'adoration des hommes (52). »

BUFFON. *Voy.* GÉOLOGIE.

BURNET. *Voy.* GÉOLOGIE.

(51) Pour l'exposé général de la théorie des ondulations lumineuses, consultez sir J. HERSCHEL, art. *Lumière*, IIIe partie, section 2 de *l'Encycl. métropol.* Voyez encore le *Mathématicale tracts* du professeur AIRY, 2e édit., 1831, p. 249; et madame SOMERVILLE, dans son ouvrage intitulé : *Connexion of the physical sciences;* 1834, p. 185.

(52) Après m'être ainsi hasardé à entrer dans une série d'explications qui, je pense, prouvent entièrement l'accord qui existe entre le texte littéral même de la *Genèse* et les phénomènes géologiques, je m'abstiendrai d'en dire plus long sur ce sujet important, et je suis heureux de pouvoir renvoyer mes lecteurs à quelques admirables articles du *Christian Observer* (mai, juin, juillet, août 1834). Ils y trouveront un résumé très-net et très-complet de cette question, dans lequel sont présentées les difficultés dont elle est entourée, en même temps que l'on y propose plusieurs idées modérées et judicieuses sur l'esprit dans lequel doivent se faire de semblables investigations. Je renverrai aussi aux divers ouvrages dont les noms suivent : *Sermons de l'évêque Horsley*, in-8°, 1816; III vol., série 39; — *Records of creation*, par l'évêque BIRD-SUMNER, IIe vol., p. 356; — DOUGLAS, *Errors regarding religion*, 1830, p. 261-264; — HIGGINS, *On the mosaical and mineral Geologies*, 1832; — et plus spécialement à l'éloquent et admirable *Discours* du professeur SEDGWIK, *sur les Etudes de l'Université de Cambridge*, 1833, dans lequel il a fait voir avec beaucoup d'habileté tous les rapports qui unissent la géologie et la religion naturelle, et où il résume en ces termes sa précieuse opinion sur le genre d'instruction que nous devons rechercher dans la Bible : « La Bible nous apprend que l'homme et les autres êtres vivants n'ont été placés sur cette terre qu'il y a peu d'années, et tous les monuments physiques viennent à l'appui de cette vérité. Si l'astronomie nous fait voir des myriades dont il n'est pas question dans les livres sacrés, la géologie nous prouve de son côté (et non point à l'aide d'arguments tirés de l'analogie, mais bien en employant l'évidence incontestable des faits physiques) que notre planète fut placée primitivement dans des conditions physiques très-diverses, séparées les unes des autres par de longs intervalles de temps et pendant la durée desquelles l'homme et les autres créatures de même date n'avaient pas encore été appelés à l'existence. Des périodes telles que celles-là n'appartiennent donc pas à l'histoire morale de notre race, et ne sont comprises ni dans la lettre ni dans l'esprit de la révélation. Qui oserait dire quelle distance sépare le jour où fut créée la terre et celui où il plut à Dieu de placer l'homme à sa surface? Sur ces questions, l'Ecriture se tait, mais son silence ne détruit pas la signification de tous ces monuments physiques que Dieu a placés sous nos yeux pour attester sa puissance, en même temps qu'il nous donne toutes les facultés qui peuvent nous conduire à les interpréter et à en comprendre les enseignements.

C

CALCAIRE PISOLITIQUE. *Voy.* DANIEN.

CALCAIRE DE LAVERSINES. *Voy.* DANIEN.

CALCAIRE A SPATANGUES. *Voy.* NÉOCOMIEN.

CALCAIRE A POLYPIERS. *Voy.* BATHONIEN.

CALCAIRE OOLITHIQUE. *Voy.* BATHONIEN.

CALCAIRE A ENTROQUES. *Voy.* BAJOCIEN.

CALCAIRE A GRIPHÉES. *Voy.* SINÉMURIEN.

CALCAIRE, *son origine suivant M. Maupied.* — *Voy.* MAUPIED.

CALCAIRE GROSSIER, MOYEN. *Voy.* PARISIEN.

CALCAIRE NUMMULITIQUE. *Voy.* SUESSONIEN.

CALCAIRES. *Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES.

CALCIUM, *son rôle dans la constitution* de la terre. — *Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES DU GLOBE TERRESTRE.

CALLOVIEN (ÉTAGE). — Le sixième étage des terrains jurassiques et le douzième de la série totale des terrains. De la dénomination de *kelloway-rock*, donnée par M. Philipps, M. d'Orbigny a fait le nom de *callovien* qui rappelle le type anglais de cet étage. C'est l'*oolithe inférieur* de quelques géologues français, l'*argile de Dives* des Normands; etc.

L'étage callovien forme l'horizon géologique le plus facile à distinguer et surtout celui qui se montre partout de la manière la plus évidente. On le trouve partout en Europe et jusque dans l'Inde, dans la chaîne de l'Himalaya, à 3,000 mètres au-dessus de la mer.

En réunissant toutes les couches plongeant à l'est qui composent l'étage, depuis Lyon, Dives jusqu'à Villers (Calvados), on peut évaluer à 150 mètres, environ, la puissance de l'étage, comme maximum connu.

Si sur quelques points, où les dépôts côtiers sont conservés seuls, plus ou moins éloignés des dépôts côtiers de l'étage antérieur, on peut encore croire qu'ils ont pu être conservés par des oscillations du sol, aussi bien que par une perturbation finale, il n'en est pas ainsi des points où les deux dépôts côtiers sont superposés sur le même lieu. Il faut qu'il y ait eu certainement, sur ces derniers, un mouvement d'affaissement entre la fin de l'étage qui nous occupe et le commencement du suivant, pour que ces deux lignes supérieures des marées soient l'une sur l'autre souvent à une dizaine de mètres de distance en hauteur. Cette perturbation coïncide partout, du reste, avec la fin de la faune donnée par ses limites dans les couches.

Caractères paléontologiques. — Pour distinguer l'étage de l'époque bathonienne antérieure, nous avons les 14 genres qui, nés dans l'étage précédent ou avant, n'ont pas survécu, et ne sont pas arrivés à celui-ci.

L'étage callovien se distingue de l'époque oxfordienne, par 96 genres, qui, encore inconnus dans celui-ci, apparaissent avec l'âge suivant. En résumé, nous aurions 110 genres pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage callovien.

Les seuls genres de céphalopodes, *palæoteuthis, et rhynchoteuthis*, distinguent l'époque callovienne de l'époque précédente, où ils n'existaient pas encore. Sur ce nombre le premier genre, étant spécial à cet étage peut servir à le distinguer de l'étage suivant où il manque; de même que les genres *ichthyosaurus* et *pachycosmus*, qui s'éteignent dans celui-ci. Ce peu de caractères positifs montre que l'étage callovien est aussi intermédiaire par les formes zoologiques de sa faune que par sa position stratigraphique rigoureuse entre les étages supérieurs et inférieurs.

En dehors des animaux vertébrés et des animaux annelés que contiennent beaucoup d'espèces, nous connaissons en animaux mollusques et rayonnés seulement le nombre de 281 espèces, comme se trouvant dans celui-ci, et les 22 espèces qui paraissent se trouver en même temps dans l'étage oxfordien. Il restera encore 255 espèces caractéristiques de cet étage qu'on peut invoquer pour le reconnaître.

Chronologie historique. — Par suite d'une perturbation géologique, la fin de l'étage bathonien a produit l'anéantissement de 14 genres d'animaux et de 333 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, indépendamment des espèces d'animaux vertébrés et annelés et des plantes. Lorsque le calme s'est rétabli dans la nature, sont nés avec l'étage suivant quelques genres inconnus jusqu'alors et 277 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les espèces des autres séries animales et les plantes qui sont arrivées jusqu'à nous, comme les vestiges de cette époque passée.

Entre la fin de l'époque bathonienne et le commencement de l'étage callovien, les mers paraissent avoir complétement change d'aspect. Non-seulement elles se sont rétrécies sur tout leur pourtour, par de nouveaux atterrissements, mais les détroits vosgien et breton paraissent avoir cessé de communiquer, l'un entre les mers anglo-parisienne et méditerranéenne, et l'autre entre la première et la mer pyrénéenne, dorénavant entièrement séparées les unes des autres. Le plus grand changement qui se soit opéré entre les deux étages est un affaissement du

grand continent russe, surélevé depuis la fin de l'étage permien, qui a permis aux mers calloviennes de recouvrir la Russie du 48° de latitude jusqu'à la mer Glaciale. Nous devons croire par les coquilles identiques, que la mer callovienne d'Europe s'étendait sans interruption jusqu'au 9° de latitude nord, dans la province du Cutch (Indes orientales) couvrant l'espace compris entre le 9e degré nord et le cercle polaire.

Les continents ont subi les changements correspondants; ils se sont accrus, tout autour des mers déjà circonscrites, d'assez larges atterrissements, et autour de la mer anglo-parisienne, en France et à l'Est de l'Angleterre; autour des autres mers, où les points côtiers viennent nous donner leurs limites.

Les mers nourrissaient des espèces d'animaux distinctes des faunes précédentes, mais presque des mêmes genres. Il en était de même des continents. Une faune marine, composée de beaucoup d'espèces identiques, se montrait depuis la zone torride, dans l'Inde, jusqu'à la mer glaciale. Cette répartition, si différente de la répartition actuelle, montre qu'à cette époque comme aux premiers âges du monde, la chaleur centrale propre à la terre neutralisait encore les zones isothermes que nous avons aujourd'hui.

Les oscillations du sol existaient durant cette période, et toutes les causes physiques qui agissent aujourd'hui avaient, sans aucun doute, la même influence.

La fin de cette époque a dû avoir lieu, comme celle des autres, par suite d'un mouvement géologique, dont nous retrouvons des traces par l'isolement, dans la province de Cutch, de l'étage callovien sans celui qui le suit sur les points concordants, par la superposition des deux dépôts littoraux de cet étage et du suivant. Le résultat positif est encore l'anéantissement de presque toute la faune avant le commencement de l'étage oxfordien.

CARACTÈRES STRATIGRAPHIQUES POSITIFS ET NÉGATIFS DES GENRES FOSSILES. *Voy.* GENRES FOSSILES.

CARBONATE DE CHAUX. *Voy. l'Introduction.*

CARBONE, *son rôle dans la constitution du globe terrestre.* — *Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES DU GLOBE TERRESTRE.

CARBONIFÉRIEN (ÉTAGE). — Troisième étage des terrains paléozoïques, ainsi dénommé, parce qu'il appartient à l'époque la plus riche en charbon de terre (*carbo*).

En France, on voit l'étage carboniférien sur quelques points du grand massif de Bretagne. Il en existe deux lambeaux O.-N.-O., l'un près de Vouvant, l'autre plus à l'ouest, près de Chatonnay (Vendée). Un autre lambeau se montre à Sablé, à Solêmes (Sarthe), et se continue jusqu'auprès de Laval. Dans le Nord, on en connaît à Ferques, près de Marquise (Pas-de-Calais), une petite surface qui dépend peut-être des couches qu'on a retrouvées sous les alluvions, à Douai et à Valenciennes, et qui viennent apparaître entre Landrecies et Avesnes, à Berlaimont, et au nord de Givet (Nord), dans les Vosges. Dans le grand plateau central de la France, d'après les savants auteurs de la carte géologique, on voit des lambeaux houillers à Courneuf (Creuse), à Vignoles, à Massat, à Lanteuil (Corrèze), à Pléaux, à Bassignac, et sur une ligne presque N.-N.-E., par le Deveix (Cantal), Meissex, Saint-Priest (Puy-de-Dôme), et Noyant (Allier). Le même département en montre quelques autres lambeaux, ainsi que sur les points suivants : à la Machine (Nièvre), aux environs d'Autun, à Saint-Bérain, au Creusot, à Curdin, à la Clayette (Saône-et-Loire), des bassins houillers se trouvent à Sainte-Foy, à Saint-Etienne, et des terrains marins à Rigny (3 lieues au S.-E. de Roanne). D'autres lambeaux houillers se voient à Aubin (Aveyron), à Jaujac (Ardèche), à Grand-Combes, à Pigère, aux Portes (Gard), près de Saint-Gervais, de Vaillant, et un lambeau marin à Neffiès (Hérault). On trouve, de plus, dans les Corbières, des lambeaux marins et houillers à Tuchan, à Durban (Aude), et des lambeaux houillers seulement près de Bagnols, du plan de la tour d'Esterel (Var). On voit que, si la France n'a pas de surfaces considérables, elle est, au moins, fournie d'un grand nombre de gisements de houille, qui font la fortune de son industrie.

L'étage carboniférien est parfaitement représenté partout en Europe. Un lambeau existe en Sicile, suivant M. de La Marmora. L'Espagne renferme l'un des plus riches bassins connus, dans les Asturies, à Pola de Lena et à Mières. En Angleterre, on en voit un vaste lambeau dans le Devonshire et une partie du Cornwall. Une très-grande surface allongée se voit dans le pays de Galles. Elle commence dans le sud du Caermarthen, se continue dans le Glamorgan, au sud de l'étage devonien; se rétrécit pour se continuer à l'est de l'étage devonien, dans le Glocestershire, le Monmouthshire, l'Herefordshire, le Shropshire et le Denbigshire. Des lambeaux existent dans le Staffordshire et le Leicestershire ; puis une vaste surface dirigée au nord, quelques degrés à l'ouest, prend dans le Derbyshire, et couvre une partie du Lancasshire, du Nottinghamshire, du Yorkshire et du Northumberland. On en voit encore au sud, au nord, à l'est et à l'ouest de l'Ecosse, et en Irlande. Ces grandes étendues de l'étage carboniférien, qu'on trouve en Angleterre, en font peut-être le pays le plus favorisé sous le rapport des terrains houillers, ce qui n'a pas peu contribué à l'extension de son industrie manufacturière.

La Belgique est également un pays riche par l'étage carboniférien, qui, appartenant au même lambeau de Douai, en France, forme plusieurs bandes dirigées à l'est et à l'est-nord-est, dont une s'étend depuis Tournay, Peruwelz, Roculs, Charleroi, Fleurus, Namur, Hug, Liége, le Limbourg jusqu'au delà d'Aix-la-Chapelle. C'est cette bande qui contient les meilleurs et les plus considérables dépôts de houille.

En Allemagne, une grande bande N.-E. s'étend dans la Prusse et la Bavière rhénanes, de Sarrebruch, de Sarrelouis, par Oltweiler, Saint-Wendel, Wolfalein, jusqu'à Sobernheim et Wonsheim, etc. L'étage est bien développé autour de Prague (Bohême).

La Russie, d'après la carte de M. Murchisen, de Verneuil et de Keyserling, offre des surfaces immenses de l'étage carbonifèrien. Une large bande occupe tout le versant occidental de la chaîne de l'Oural, depuis le 5e degré de latitude jusqu'auprès de la mer Glaciale. Deux autres bandes parallèles se voient de chaque côté de la chaîne des monts Timans, depuis Naldey-Kross jusqu'à la mer Glaciale.

L'Amérique n'a rien à envier à l'ancien monde pour l'étendue de l'étage carbonifèrien qu'on y rencontre.

Suivant M. Murchison, la partie occidentale des comtés de Shropshire et d'Herefordshire offrirait des puissances de 1,200 à 3,200 mètres. Dans les Asturies, en Espagne, M. de Verneuil évalue la puissance à près de 4,000 mètres; à la Nouvelle-Écosse, au nord du Canada, on a reconnu plus de 3,000 mètres d'épaisseur de l'étage carbonifèrien. Il est impossible de douter, d'après la puissance seule, de la très-longue durée de l'époque carbonifèrienne à la surface de la terre.

Composition des couches par rapport à la houille. — On a cherché à diviser l'étage carbonifèrien en deux âges distincts superposés, les *calcaires carbonifères* inférieurs et les *terrains houillers* supérieurs; mais lorsqu'on voit les mêmes fossiles traverser indistinctement, dans toute leur épaisseur, ces deux divisions qui, du reste, ne sont distinctes nulle part, ne sont superposées que sur peu de points, et qui toutes les deux renferment de la houille, on arrive à trouver que l'ensemble ne peut être divisé en deux étages; comme nous le comprenons, et qu'il ne forme réellement qu'une seule et même époque géologique, dans laquelle aucune ligne de démarcation n'existe : nous entendons de ces lignes de démarcations générales, uniformes sur le globe. Nous réunissons donc l'ensemble en un seul tout, un seul étage, que nous allons chercher à décrire relativement à deux questions importantes : la position de la houille, considérée comme dépôt, comme débris terrestre, par rapport aux couches remplies de coquilles, considérées comme dépôts marins. Il est certain que là se trouvent les éléments relatifs au mode de formation des couches de houille et aux déductions qu'on peut tirer des différents documents géologiques, sur l'état passé de l'âge carbonifèrien, le plus instinctif, peut-être, comme science, et certainement le plus important comme utilité industrielle. Divisons d'abord les faits en trois groupes : les dépôts terrestres et marins, et les dépôts purement marins.

Dépôts purement terrestres. — A en juger par le manque complet de coquilles marines, on doit croire que les dépôts houilliers du grand plateau central de la France, depuis Autun, dans le département de Saône-et-Loire, par les départements de la Creuse, de l'Allier, de la Corrèze, du Puy-de-Dôme, de la Loire, de l'Aveyron, de l'Ardèche, jusqu'à l'Hérault, sont tous des dépôts purement terrestres. Ils sont formés de couches tantôt fortement inclinées, d'autres fois plissées ou ondulées, et même horizontales, comme à Saint-Etienne, composées d'alternances : 1° de *grès houiller*, plus ou moins grossier, contenant, le plus souvent, des troncs d'arbres couchés, évidemment charriés, et quelquefois des troncs verticaux, comme M. Brongniart les a vus au Treuil, près de Saint-Etienne; 2° de schistes; feuilletés plus ou moins fins, par lits contenant de nombreuses empreintes de feuilles, couchées dans les lits parallèles des schistes, quelquefois des poissons, comme a Autun; 3° enfin des couches plus ou moins épaisses de houilles ou de charbon de terre. Ces dernières couches sont répétées un grand nombre de fois entre les couches de grès ou les couches schisteuses; à tel point qu'on en compte jusqu'à 21 dans le bassin de Saint-Etienne. Ces couches sont fréquemment très-minces et alors bien plus nombreuses. Elles sont quelquefois très-épaisses et plus rares. On en connaît de 13 mètres d'épaisseur à Saint-Aubin; mais à Sales, dans l'Aveyron, on n'a pas trouvé la base à 23 mètres, et M. Cordier leur assigne, sur ce point, jusqu'à 103 mètres de puissance.

Dépôts terrestres et marins superposés. — C'est le cas général, le plus fréquent dans l'étage carbonifèrien, que de trouver des dépôts houillers joints aux dépôts marins. Il en est ainsi en France, dans la Vendée, dans la Sarthe, dans le Pas-de-Calais, dans le département du Nord; en Angleterre, dans le Yorkshire, le pays de Galles et le Somersetshire; en Ecosse, dans la Belgique, la Prusse rhénane; dans toute la Russie; dans l'Amérique septentrionale et dans l'Australie. Il reste à dire qu'elle est la relation des uns avec les autres. Les couches de houille, ou couches imposées exclusivement de produits terrestres, sont inférieures, supérieures ou intercalées dans les couches marines.

Les couches de houille sont inférieures au calcaire marin, remplie de fossiles, dans le Valdaï, dans les provinces de Toula et de Kalouga, en Russie.

La houille est intercalée et alterne, entre les couches marines de grès ou de calcaires : en Angleterre, dans le Northumberland, où elle forme jusqu'à 40 couches; dans le Newcaste la plus riche localité houillère de la Grande-Bretagne; dans le Yorkshire. Ces couches houillères de l'Angleterre sont d'autant plus remarquables, que MM. Wood et Witham y ont reconnu, dans les grès à Killengworth et à Blanchford (Durham), des troncs d'arbres encore verticaux ayant leurs racines implantées dans les couches de houille. En Espagne, dans les Asturies, la puissance de 4,000 mètres, que nous avons signalée, est composée, à la partie inférieure, d'alternances de couches marines et de couches de houille, le tout recouvert par de la

houille seulement. En Russie, dans le Donetz, on voit la même alternance de calcaire marin et de houille. Il en est ainsi aux Etats-Unis, où, pourtant, les parties supérieures contiennent seules de la houille; mais le point le plus remarquable, sous ce rapport, est, sans contredit, la Nouvelle-Ecosse, au nord du Canada, où M. Logan a observé, sur cette immense puissance de 3000 mètres environ, qu'il y avait répété un grand nombre de fois, des couches houillères, avec des arbres encore debout, munis de leurs racines, alternant avec des couches épaisses séparées par une grande puissance de grès et de calcaires renfermant des fossiles marins très-nombreux.

« La houille est supérieure aux couches marines, en France, à Ferques (Pas-de-Calais), à Avesnes (Nord, dans les Corbières, à Tuchan, a Durban (Aude); en Angleterre, dans le pays de Galles, dans le Somersetshire, dans le Derbyshire; en Ecosse, et dans toute la Belgique. Elle a la même position, au-dessus des alternances, dans les Asturies, en Espagne et dans les Etats-Unis (53). »

« *Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.* — L'étage carbonifèrien, par la disposition et la composition si diverses de ses couches, est assurément celui qui prête le plus aux déductions générales ; en effet, aux conditions des mers nous devons encore joindre quelques observations sur les parties continentales.

« La nature purement terrestre de presque tous les points du grand plateau central de la France porte à croire que cette partie formait déjà un vaste îlot terrestre pendant toute la durée de l'étage carbonifèrien. Le manque complet d'éléments marins sur tous les petits bassins houillers qui y sont disséminés amènerait au moins à cette conclusion. Si, d'un côté, les nombreux crustacés cyproïdes qui accompagnent les poissons des environs d'Autun peuvent faire croire à une formation riveraine et peut-être lacustre de certaines couches de ces dépôts terrestres, il est difficile d'expliquer de la même manière l'alternance des nombreuses couches de houille, qui ont succédé aux grès et aux couches schisteuses des mêmes bassins. Quelques savants ont pensé que ces dépôts houillers, évidemment composés de débris de végétaux, s'étaient déposés dans des bas-fonds, comme nous voyons aujourd'hui se former la tourbe de nos marais. Examinons cette question sous différents points de vue. Voyons d'abord de quoi se compose la flore de cette époque. D'après les beaux travaux de M. Adolphe Brongniart, les plus complets sous ce rapport, on voit que ces plantes appartiennent principalement aux cryptogames acrogènes, comprenant les fougères et les lycopodiacées; aux dicotylédones gymnospermes, comprenant les astérophyllitidées, les sigillariées, les nœggerathiées, les conifères et les cycadées. Où se trouvent aujourd'hui les plantes les plus voisines ou appartenant à ces familles, surtout les grands cryptogames arborescents, qui ressemblent le plus à cette flore perdue? C'est évidemment sous la zone torride, comme l'a très-bien prouvé cet observateur consciencieux : car il établit qu'à la Jamaïque les fougères sont aux phanérogames comme 1 à 10; à la Nouvelle-Zélande, comme 1 à 6; à l'île Sainte-Hélène, comme 1 à 2; tandis que le terme moyen est ailleurs comme 1 à 30. Il paraît, dès lors, évident que cette végétation de l'étage carbonifèrien était partout formée d'un ensemble de plantes qu'on ne trouve plus aujourd'hui que sous la zone torride. Il nous reste à dire ce que nous avons observé dans nos voyages sur les conditions d'existence de ces plantes. Nous avons rencontré des fougères arborescentes, et cette profusion extraordinaire de cryptogames, qui les accompagne, seulement quand se trouvaient réunies plusieurs circonstances. Il fallait d'abord des pays montueux, accidentés, comme les îles citées par M. Brongniart, ou les continents; car jamais nous n'en avons vu dans la plaine, à moins que ce ne soit au pied même des montagnes. Il fallait encore une exposition favorable qui pût amener à la fois une chaleur constante et une grande humidité. Il y avait toujours, de plus une grande épaisseur d'un terreau noir, entièrement formé de détritus de végétaux presque sans aucun mélange étranger, à sa partie supérieure. Nous avons trouvé ces conditions parfaites dans les montagnes, aux environs de Rio de Janeiro (Brésil) et sur beaucoup des points les plus escarpés du versant oriental des Andes boliviennes, dans les provinces de Yurngas et de Yuracarès; tandis que nous n'avons observé que très-peu de fougères dans les forêts des plaines chaudes et humides, et jamais dans les marais de ces régions où les plantes graminées dominent comme en Europe. Quant aux cycadées, nous les avons vues seulement sous la zone torride et dans les lieux montueux, secs et découverts. Ces circonstances d'existence des plantes les plus voisines des plantes fossiles sont peu favorables à l'hypothèse que ces dépôts houillers peuvent être d'anciennes tourbières, puisque, d'un côté, nous n'avons jamais remarqué aucune fougère dans les marais des régions chaudes, et que, de l'autre, nous n'avons jamais rencontré de tourbières sous la zone torride. S'il a existé à l'époque carbonifèrienne des marais remplis de débris de végétaux, ce qui est très-possible, il est au moins, nous en sommes convaincu, très-difficile, d'expliquer par les tourbières actuelles seulement, ces puissances si extraordinaires de couches de houille que nous avons signalées dans les dépôts purement terrestres. D'après une conviction basée sur l'étude comparative des faits, nous les attribuons à des causes plus puissantes que les causes actuelles. En effet, quelle force pourrait, aujourd'hui, enlever ces

(53) Alc. d'Orbigny, *Cours élém. de Paléont.*, t. II.

grandes fougères et toute la végétation des régions exceptionnelles que nous avons indiquées? Serait-ce les pluies torrentielles? Mais sur le sol vierge des régions chaudes, des pentes les plus abruptes, la pluie, même torrentielle, n'arrive à terre qu'après avoir traversé un réseau serré de branches et de feuillages; elle n'entraîne rien, et ne souille même pas souvent l'eau limpide du torrent (*Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES). On ne peut donc lui attribuer le transport de la somme immense des débris de végétaux nécessaires pour former des couches puissantes. En supposant que, même en forçant les choses, on puisse admettre la formation d'une couche de houille d'une de ces deux manières différentes, il restera toujours à expliquer pourquoi ces dépôts de végétaux ont été interrompus tant de fois même dans les dépôts purement terrestres, comme dans le bassin de Saint-Etienne, par des dépôts sédimentaires de grès ou d'argile schisteuse évidemment transportés par les eaux, ainsi que les couches de houille. Nous pensons que, pour expliquer ces alternances, il faut recourir aux mêmes causes qui ont déterminé les dépôts de houille avec des arbres encore debout, alternant plusieurs fois avec des dépôts marins d'une grande puissance. Nous reviendrons donc sur cette question, à propos des oscillations du sol auxquelles nous attribuons, à la fois, ces alternances de houille et de sédiments, des couches terrestres et des couches marines (54). »

« *Oscillations du sol.* — Il est une question importante de la science géologique, qui, bien qu'elle participe en même temps, des causes géologiques, doit cependant appartenir aux causes actuelles, puisqu'elle montre encore ses effets de nos jours. Nous voulons parler des oscillations du sol; car ce sont ces affaissements et ces exhaussements de quelques points littoraux qui peuvent modifier les dépôts successifs de ces points. Ces oscillations se composent d'exhaussements lents et brusques; les premiers se reconnaissent aux côtes toujours en retraite, successives, non interrompues; tandis que les autres forment des grains éloignés, des ressauts distants les uns des autres. Les affaissements doivent, par la même raison, avoir été lents et brusques. Si la nature actuelle nous donne en effets quelques preuves de ces affaissements brusques, la nature passée, surtout la plus ancienne, doit nous en révéler beaucoup plus d'exemples; car il est évident que la croûte moins épaisse de l'écorce terrestre devait amener plus souvent, ces petites dislocations partielles déterminées par des tremblements de terre. Partout où les points côtiers ont été conservés, il y a pour nous preuve évidente d'un affaissement, qui a permis à ce point littoral de se conserver. Quand on trouve superposées, comme à Tournay, des couches évidemment côtières avec des coquilles flottantes des couches déposées dans le voisinage des côtes, et des couches formées dans les régions profondes des mers, il est encore impossible de ne pas les attribuer à des oscillations du sol. Il nous reste, pourtant, une preuve plus convaincante que toutes celles-ci, et nous allons la donner.

« On paraît, dans ces derniers temps, n'avoir pas attaché assez d'importance à la présence, dans les couches de l'étage carbonifère, de troncs d'arbres encore debouts, dans une position verticale: ceux que M. Alexandre Brongniart a vus au Treuil, près de Saint-Etienne, dans les dépôts terrestres; ceux qu'a observés M. Daubuisson, à Hainchen; ceux qu'ont décrits MM. Witham, à Blanchfort; M. Wood, à Killing-Worth; M. Logan, dans la Nouvelle-Ecosse, par exemple. Nous les considérons au contraire, comme des faits très-propres à expliquer des questions difficiles. La disposition en couches parallèles de tout l'étage carbonifère, soit terrestre, soit marin, ne permet pas de douter que l'ensemble ne se soit formé sous l'influence des eaux, et souvent dans les eaux. Or, comment les troncs d'arbres et tous les grands végétaux se comportent-ils, lorsqu'ils sont charriés par les eaux? Nous en avons vu en trop grand nombre sur les rivages de toutes les vastes rivières du nouveau monde, sur les affluents de l'Amazone et de la Plata, pour ne pas avoir remarqué que ces troncs, surtout lorsqu'ils sont entiers, sont toujours dans une position qui approche plus ou moins de l'horisontalité; mais qu'ils ne sont jamais verticaux, ni voisins de la verticalité. Cette position verticale des troncs de grands végétaux, comme les sigillariées de 22 mètres de long trouvées dans les environs de Newcastle, comme celles de 18 mètres observées à Craigleith, annoncent donc certainement qu'ils sont dans leur position normale, sur le point où ils ont vécu, ce que, du reste, MM. Wood et de La Bèche ont parfaitement reconnu, d'abord, parceque ces grands troncs traversent plusieurs couches de grès et d'argile schisteuse, et surtout parce que ces plantes ont encore leurs racines. D'ailleurs, le grand nombre de végétaux verticaux de sigillaria, dont les racines étaient enfoncées dans une couche mince de houille, près de Newcastle, en Angleterre, ainsi que les arbres avec leurs racines dans les bancs houillers que M. Logan a décrits à la Nouvelle-Ecosse, dans la baie de Fundy, nous donnent la preuve que ces végétaux sont non-seulement où ils ont vécu, mais encore dans les mêmes détritus de végétaux où nous avons vu vivre actuellement les grandes fougères, détritus qui, avec le temps et la pression, ont formé des couches de houille. Nul doute, alors, que ces plantes ne soient, avec leurs troncs verticaux et leurs racines, sur le point où elles ont vécu (55), et l'on peut certainement prendre ces couches comme des points terrestres.

« Nous arrivons maintenant aux preuves

(54) *Ibid.*, p. 346.

(55) MM. Alexandre Brongniart et Werner avaient la même opinion relativement aux troncs verticaux

des oscillations du sol. Si, en effet, ces couches avec des troncs verticaux du Northumberland, du Durham, en Angleterre, de la Nouvelle-Ecosse, au Canada, sont bien réellement des points terrestres, ce dont on ne peut douter, comment expliquera-t-on leur présence, plusieurs fois répétée, au milieu de dépôts marins qui souvent ont des centaines de mètres de puissance? Pour qu'un point continental quelconque devienne sous-marin, avec ces arbres encore verticaux, il nous paraît évident qu'il doit d'abord s'affaisser brusquement dans la mer avec les parties consolidées qui le supportent. Les sédiments marins, par l'effet constant du nivellement, le recouvrent de suite et conservent ainsi la végétation et le terreau dans lequel elle poussait; mais, pour que sur le même point on trouve, comme à la Nouvelle-Ecosse, ces couches terrestres, plusieurs fois répétées à quelques centaines de mètres de distance verticale, au milieu des dépôts marins, il faut, à chaque fois, des affaissements brusques et des relèvements lents ou brusques qui constituent, comme on le voit, des oscillations du sol analogues à ce que nous voyons dans la nature actuelle. Il est évident que, s'il a fallu un affaissement pour que ces points terrestres devinssent des points sous-marins, il a fallu également une surélévation pour que ces points submergés redevinssent des points continentaux. Pour redevenir en effet un point continental, après être restées un temps considérable sous les eaux, ces parties sous-marines ont dû surgir au dehors, soit par l'accumulation successive des sédiments marins, soit par un mouvement lent de surélévation, soit enfin par un mouvement brusque. Il a dû même s'écouler, postérieurement, bien des années avant que la végétation terrestre pût s'y développer. Nous croyons donc, en dernière analyse, qu'on ne peut expliquer cette succession de points continentaux devenus sous-marins, et des points sous-marins devenus des points continentaux, que par autant d'oscillations successives du sol, que par autant de mouvements d'affaissement et de surélévation de ce même sol.

« Nous avons dit que nous croyons pouvoir expliquer cette alternance de couches de houille et de roches sédimentaires des dépôts purement terrestres par ces mêmes oscillations. Nous avons, dans l'étage contemporain, défini une oscillation brusque, qui, pour nous, est l'équivalent d'une légère perturbation géologique, analogue aux tremblements de terre, comme, par exemple, celui de Lisbonne, en 1755, perturbation locale qui a des effets plus ou moins restreints. Jugeons néanmoins par comparaison. Nous avons vu que, pendant ce tremblement de terre de 1755, où l'on a pu seulement constater l'affaissement d'une partie d'un quai, le mouvement des eaux fut considérable, se fit sentir jusqu'aux Antilles, et amena de nombreux désastres sur toutes les côtes. Une oscillation du sol, sans sortir des effets qui nous sont connus, peut donc, par suite de déplacement qu'aura causé dans les eaux un affaissement brusque ou une brusque surélévation, amener des perturbations, même sur les dépôts terrestres des continents. Les eaux, en envahissant les continents de cette époque avec d'autant plus de facilité qu'ils devaient être bien moins élevés que les continents actuels, durent enlever violemment des points voisins, ou plus ou moins éloignés, suivant la valeur de l'oscillation, tous les végétaux et les détritus où ils poussaient, pour les jeter dans toutes les dépressions terrestres voisines, avec tous les matériaux sédimentaires, qui, suivant l'accélération ou le ralentissement de l'impulsion des eaux, ont pu recouvrir de grès des parties terrestres pourvues de leurs arbres, comme au Treuil; déposer d'abord des grès, même pendant l'agitation, puis des sédiments plus fins, comme ceux des couches schisteuses, dès que le mouvement diminua; et, enfin, ces mêmes détritus de végétaux terrestres en suspension dans les eaux, et des végétaux en nature destinés à former la houille. C'est ainsi que nous expliquons les nombreuses alternances de houille et de couches sédimentaires des parties terrestres de France, et ces amas si considérables de houille qu'on a signalés à Saint-Aubin et surtout à Salle (Aveyron). Nous pensons donc que, sans ces circonstances, plus actives que les simples phénomènes physiques de l'atmosphère, déterminées par les oscillations du sol pendant la durée de l'étage carboniférien, on ne pourrait expliquer l'immense extension des parties houillères de France, d'Angleterre, de Russie, de Belgique, et surtout ces surfaces considérables de houille qui existent aux Etats-Unis, pas plus que tous les faits de stratification qu'on y a signalés. Dans aucun cas, les tourbières où il n'y a pas de fougères, le transport par les rivières qui n'a qu'une action très-limitée, pas plus que les autres causes actuelles de ce genre, n'expliqueraient la puissance et surtout l'immense extension que nous connaissons aux bassins houillers de l'ancien et du nouveau monde. Deux faits de plus viennent encore appuyer notre supposition: on a vu que les petits bassins houillers du plateau central de France affectaient une direction très-remarquable. Cette direction annonce qu'une longue dislocation avait eu lieu sur ce plateau avant le dépôt de la houille, qui se serait déposée dans les dépressions préexistantes, ce qui concorderait avec notre hypothèse. La position le plus souvent supérieure aux couches marines de la houille, à Ferques au nord de la France, au pays de Galles, dans le Derbyshire, dans toute la Belgique, aux Asturies et aux Etats-Unis, ne coïnciderait-elle pas avec la grande commotion géologique qui a déterminé la fin de l'étage, commotion de même nature que les oscillations dont nous avons parlé, mais cent fois plus considérable et générale sur le globe? Ce serait au moins l'explication la plus plausible que

nous pourrions donner de ce dernier fait incontestable (56). »

Caractères paléontologiques. — Pour séparer l'étage carbonifèrien des étages inférieurs, nous avons tous les genres éteints successivement dans ces étages ; les 28 genres qui naissent et disparaissent dans l'étage silurien ; les 21 genres qui s'éteignent à l'étage silurien supérieur ; les 52 genres qui s'éteignent à l'étage dévonien, sans arriver, au moins dans l'état actuel de la science, jusqu'à l'étage carbonifèrien. En additionnant ces genres propres aux étages paléozoïques inférieurs, mais inconnus à l'étage carbonifèrien, nous en aurons 101 pouvant servir de caractères spéciaux pour distinguer l'étage carbonifèrien des étages inférieurs, et en particulier 52, pour le distinguer de l'étage dévonien.

Aujourd'hui, en attendant le travail que M. King doit faire paraître sur l'étage permien d'Angleterre, nous avons, pour en distinguer l'étage carbonifèrien, les genres suivants encore inconnus dans ce dernier : parmi les mollusques lamellibranches, le genre *panopœa* et les deux autres suivants ; parmi les mollusques bryozoaires, le genre *keratophytes ;* parmi les zoophites, le genre *stenepora ;* c'est-à-dire 5 genres. En joignant les caractères négatifs pour les étages supérieur et inférieur de l'étage carbonifèrien, nous trouvons, en réalité, 106 genres pouvant servir de caractères négatifs pour distinguer l'étage carbonifèrien, des autres étages paléozoïques.

Avec l'étage carbonifèrien, ont paru, pour la première fois, un nombre considérable de genres, qui, inconnus aux étages paléozoïques inférieurs, peuvent donner autant de caractères paléontologiques positifs pour le distinguer des trois étages inférieurs. Ainsi, sans compter les nombreux genres d'insectes et d'arachnides qui naissent à cette époque, sans compter les formes génériques de plantes qui apparaissent pour la première fois, nous avons, seulement parmi les animaux vertébrés, mollusques et rayonnés, 72 genres, qui, inconnus dans les étages précédents, et surtout à l'étage dévonien, sont autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour en distinguer l'étage carbonifèrien où ils apparaissent.

Les genres qui peuvent, jusqu'à présent, nous donner des caractères positifs différentiels d'avec l'étage permien sont les genres qui, nés avec l'étage carbonifèrien, paraissent s'être éteints dans cette même époque, n'ayant fait que paraître et disparaître sur la terre. Le nombre de ces genres spéciaux à l'étage carbonifèrien, s'élève à 56, qui, joints aux 46 genres nés antérieurement, s'éteignent encore dans cet étage ; le tout formant un total de 102 genres, qui peut donner autant de caractères différentiels avec l'étage permien. En résumé, nous avons 106 genres donnant des caractères négatifs, et 102 genres susceptibles de fournir des caractères positifs pour distinguer paléontologiquement l'étage carbonifèrien des autres étages des terrains paléozoïques, ou 208 formes animales, dont la combinaison donne l'aspect particulier de la faune spéciale de cet étage, et pourra le faire reconnaître partout.

Aux caractères paléontologiques tirés des genres qui pourraient être très-suffisants pour distinguer l'étage carbonifèrien des autres, viennent se joindre les innombrables caractères positifs tirés des espèces. En dehors de tous les animaux vertébrés, de tous les animaux annelés et de ces nombreux végétaux qui présentent quelques centaines d'espèces caractéristiques, nous avons seulement pour les animaux mollusques et rayonnés, le nombre considérable de 1,047 espèces qui, après avoir été sévèrement discutées, sous les rapports de leurs caractères et de leur synonymie, donnent autant d'espèces caractéristiques de tous les *facies* sous lesquels s'offrent les différents lieux, suivant les diverses zones d'habitation. On a cité beaucoup d'espèces comme se trouvant à la fois dans les étages dévonien et carbonifèrien : mais toutes les comparaisons que l'on a pu faire ont démontré qu'elles étaient basées sur de fausses détermina ions. Nous devons donc, en attendant les preuves contraires, considérer toutes les espèces comme caractéristiques.

Tous les points que nous avons cités à l'extension géographique de l'étage contiennent les mêmes espèces, lorsque se présentent les mêmes circonstances de dépôt ; ce qu'il ne faut jamais oublier dans l'assimilation de localités quelconques. On verra que tous les lieux de France que nous indiquons comme dépendant de l'étage carbonifèrien, contiennent des espèces qui se retrouvent, soit en Angleterre, soit en Belgique, sur des surfaces non douteuses : il en est de même en Espagne et sur tous les autres points du monde, Ainsi, que vous preniez l'étage en Espagne, en France, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne et en Russie, jusqu'à la mer Glaciale et le cercle polaire, vous trouvez partout, avec quelques espèces plus ou moins circonscrites, un très-grand nombre d'espèces communes qui témoignent de la parfaite contemporanéité d'époque et de dépôt pendant l'étage carbonifèrien. indépendamment de ces espèces, se trouvant en Europe depuis l'Espagne jusqu'au cercle polaire, il en est qui se rencontrent également dans l'Amérique septentrionale, depuis le Tennessée jusqu'à l'île Melville, et même dans l'Amérique méridionale, en Australie et à Van-Diemen. Aussi nous avons des espèces qu'on voit, à la fois, sous la zone torride et des deux côtés du monde, jusque près des pôles. Les larges limites d'extension de ces espèces prouvent leur contemporanéité d'existence sur tous ces points, et l'un té de milieux d'existence peu en rapport avec ce que nous observons aujourd'hui.

Les recherches actuelles ont déjà fait con-

(56) *Loc. cit.*, p. 348. *V.* Flore Fossile.

naître 39 espèces se trouvant à la fois en Europe et en Amérique, et sur ce nombre 9 qui, plus largement réparties, occupent les régions tropicales et les régions tempérées et froides de l'ancien et du nouveau monde. Comme, dans l'état actuel des choses, les mêmes espèces n'existent que dans les zones isothermes spéciales, et lorsqu'il y a continuité des mers ces faits, qui montrent une contemporanéité parfaite d'existence et une filiation certaine des espèces, nous amènent tout naturellement à ces conclusions importantes : que les mers de l'époque carbonifférienne devaient s'étendre sans interruption depuis l'Europe jusqu'à l'Amérique septentrionale et méridionale, et même jusqu'à l'Australie ; et qu'il régnait, sur tous ces points, aujourd'hui si disparates, une température presque uniforme.

A l'instant où l'étage devonien a fini, probablement par suite des dislocations géologiques que nous avons signalées (*Voy.* DEVONIEN), la faune et la flore ont été totalement anéanties. Nous voyons, en effet, d'après nos connaissances actuelles, s'éteindre à la fois, puisqu'ils n'existent plus dans l'étage carbonifférien, 52 genres d'animaux parus avant l'étage devonien ou spéciaux à cette époque, en même temps que la flore, que les animaux vertébrés et annelés et 1196 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui formaient la faune et la flore connues de l'étage devonien. Longtemps après, sans doute, le calme s'est rétabli sur la terre, elle se repeupla d'une riche végétation, et de beaucoup d'animaux terrestres, et parmi les animaux marins, de 72 genres, et de 1047 espèces inconnues dans l'étage devonien, et qui viennent donner l'animation du monde entier à l'époque carbonifférienne.

L'immense puissance de l'étage carbonifférien, les accidents si nombreux et si variés qu'il présente partout où il se trouve, nous portent à croire qu'il est peut-être, parmi les diverses époques géologiques qui se sont succédé à la surface du globe, celui qui a duré le plus longtemps. Il existait à cette époque des continents et des mers.

La mer de cette époque s'étendait, des deux côtés du monde, depuis la zone torride jusqu'au cercle polaire, vers le nord, et jusqu'au 43° vers le sud, ou sur 116° de latitude, en faisant, pour ainsi dire, le tour du monde : car les houillères connues en Chine en dépendaient peut-être, ces mers étant, sans aucun doute, soumises aux mêmes influences que les mers actuelles.

Les continents de cette époque, qui probablement étaient considérables, à en juger par les débris de végétaux, commencent à se mieux dessiner pour nous, au milieu de ce chaos des temps passés. Un lambeau de ce continent occupait tout le plateau central de la France, dans les limites comprises entre l'Hérault et Avallon (Yonne) et le cours du Rhône jusqu'à la Vienne. On ne retrouve, en effet, sur cette surface, que des dépôts carboniférien terrestres. Un autre lambeau continental forme tout le massif breton, comprenant : la Bretagne, la Vendée, une partie du Maine et de la Normandie. Il s'étendait probablement, à l'Ile Anglaise, au Cornwal, au pays de Galles, au Cumberland, à l'ouest des mers de cette époque. Les points côtiers de la Belgique nous font croire que l'étage devonien servait, sur plusieurs points, de limite méridionale. Par ces mêmes points côtiers nous pouvons croire que la Norwège, la Finlande et l'ouest de la Russie formaient déjà une vaste région continentale que bornaient des mers peut-être semées d'îles ; car nous avons quelques points côtiers dans l'Altaï et l'Oural. Sans doute encore une partie continentale occupait, de l'est à l'ouest, une partie du Canada. Nous croyons de plus, qu'un vaste lambeau existait dans le Brésil oriental, sur une grande surface.

Les mers carbonifériennes offraient une faune assez différente de la faune de l'étage devonien, formée de quelques reptiles marins probablement, riverains, de très-nombreux poissons placoïdes et ganoïdes, remarquables par les écailles osseuses dont ils sont cuirassés. C'est même à cette époque que les poissons placoïdes se trouvent à leur maximum de développement générique. Les annimaux annelés montrent, pour la première fois, des représentants de la classe des cirripèdes, sous la forme d'aptychus, quelques nouveaux genres de crustacés trilobites et cyproïdes, avec la nouvelle série des phyllopodes et des xiphosures. Les animaux mollusques s'y enrichissent de quatorze genres nouveaux de gastéropodes et d'acéphales ; et quelques-uns, déjà nés dans les autres étages antérieurs, y atteignent leur maximum de développement spécifique, comme les *productus*, les *chonètes*, les *bellerophons*, etc. Les animaux rayonnés s'y montrent sous plusieurs formes nouvelles, parmi les echinodermes surtout, où nous voyons, pour la première fois, des echinides, avec un nombre considérable des crinoïdes. Les zoophytes s'y multiplient encore, et les foraminifères commencent à s'y montrer sous la forme générique des fusulines. En résumé, nous y comptons plus de soixante-douze genres nouveaux inconnus à l'étage devonien. On connaît de ces mers les plantes marines suivantes, formées d'algues (genre condridites, deux espèces ; genre amansites, deux espèces).

Avec cette animation toujours croissante des mers, les continents de l'étage carbonifférien n'étaient pas moins bien partagés. On y voit, pour la première fois, apparaître de nombreux insectes coléoptères, orthoptères et névroptères, et des arachnides pulmonaires, voisines des scorpions. En même temps que ces insectes ailés viennent animer la campagne de leurs couleurs diaprées, la végétation s'y développe à proportion. C'est alors que se montre ce luxe exubérant de végétaux ; ces élégantes fougères arborescentes, au feuillage léger comme la

plus riche dentelle; ces lepidodendrons élancés; ces feuilles si variées des fougères, des lycopodiacées, dont la terre devait être couverte; ces sigillariées gigantesques luttant de hauteur avec les conifères de l'époque. Rien, sans doute, aujourd'hui, n'égalerait le pittoresque d'une telle richesse végétale, dont néanmoins nous donnent une idée quelques-unes des parties montueuses privilégiées de la zone torride. Cette magnifique végétation, couvrant alors les régions tropicales, les régions tempérées, et jusqu'aux régions de l'île Melville, où, depuis, les frimats sont éternels; cette végétation, croissant partout, sous une température uniformément chaude, était pourtant destinée, après quelques milliers de siècles, après tant de révolutions terrestres, à devenir pour la race humaine une nouvelle providence! N'est-il pas merveilleux qu'elle se soit conservée, comme pour donner à l'homme, sur tous ces points maintenant refroidis et souvent glacés, une chaleur factice que la nature ne produit plus? N'est-il pas merveilleux de voir, après un laps de temps si considérable, cette antique végétation rivaliser et même dépasser la végétation moderne pour les services qu'elle rend à l'humanité? On lui doit, en effet, ces magasins souterrains, ces inépuisables dépôts devenus, en ce moment, des sources incessantes de prospérité, et les plus puissants moteurs du développement de l'industrie et du commerce.

Nous devons aux savantes recherches de M. Adolphe Brongniart, de pouvoir donner, dans la liste qui suit, l'ensemble des genres et le nombre des espèces qui composent la flore de l'étage carbonifèrien

FLORE DE LA PÉRIODE CARBONIFÈRE.

VÉGÉTATION TERRESTRE OU D'EAU DOUCE.	
Cryptogames amphigènes.	
HYPOXYLÉES.	
Excipulites.	4
CHAMPIGNONS.	
Polyporites.	1
Cryptogames acrogènes.	
FOUGÈRES.	
Frondes.	
Cyclopteris.	5
Nephropteris.	4
Nevropteris.	32
Odontopteris.	10
Dictyopteris.	3
Sagenopteris.	1
Adiantites.	6
Sphenopteris.	50
Hymenophyllites.	8
Trichomanites.	4
Taeniopteris.	2
Desmophlebis.	3
Alethopteris.	15
Callipteris.	4
Pecopteris.	80
Coniopteris.	7
Cladophlebis.	8
Oligocarpia.	1
Scolecopteris.	1
Chorionopteris.	1
Asterocarpus.	3
Hawica.	1
Senkenbergia.	1
Woodwardites.	1
Lonchopteris.	2
Glossopteris.	2
Schizopteris.	2
?Aphlebia.	2
Pétioles.	
Selenopteris.	4
Gyropteris.	1
Anachoropteris.	2
Ptilorachis.	1
Diplophacelus.	1
Calopteris.	1
Tempskia.	4
Tiges.	
Caulopteris.	
Protopteris.	2
Zippea.	1
Asterochiæna.	1
Karstenia.	2
LYCOPODIACÉES.	
Lépidendrées.	
Lepidodendron.	40
Lepidostrobus.	8
Lepidophyllum	8
Ulodendron.	9
Magaphyton.	4
Halonia.	3
Lepidophloios.	3
Knorria.	2
Psaroniées.	
Psaronius.	30
Heterangium.	1
Diplotegium.	1
ÉQUISÉTACÉES.	
Equisetites.	2
Calamites.	10

DICOTYLÉDONES GYMNOSPERMES.

ASTÉROPHYLLITÉES.	
Calamodendron.	6
Asterophyllites.	20
Hippurites.	1
Phyllotheca.	1
Annularia.	8
Sphenophyllum.	8
SIGILLARIÉES.	
Sigillaria.	35
Stigmaria.	6
Syringodendron.	9
Diploxylon.	1
?Ancistrophyllum.	1
?Didymophyllum.	1
NŒGGÉRATHIÉES.	
Nœggerathia.	10
Pychnophyllum.	2
CYCADÉES.	
?Colpoxylon.	1
?Medulosa.	9
CONIFÈRES.	
Walchia.	4
Peuce.	1
Dadoxylon.	7
Palæoxylon.	9
Pissadendron.	9

DICOTYLÉDONES ANGIOSPERMES.

Aucune

MONOCOTYLÉDONES.

(Très-douteuses et imparfaitement connues.)	
Musæites primævus	1
Cromyodendron radicans.	1
Palmacites carboni-	
renus	1
— leptoxylon.	1
Myeloxylon (*Medullosa elegans*).	1
Musocarpum.	9
Trigonocarpum.	7

En résumant ces nombres, et en évitant, autant que possible, les doubles emplois résultant de la répétition d'organes différents appartenant probablement aux mêmes plantes, tels que les feuilles, pétioles et tiges de fougères, etc., on a les chiffres suivants pour les diverses familles :

Cryptogames amphigènes.	6	Astérophyllités.	44
Algues	4	Sigillariées.	60
Champignons.	2	Nœggérathiées.	12
Cryptogames acrogènes.	346	?Cycadées.	3
Fougères.	250	Conifères.	16
Lycopodiacées.	85	*Dicotylédones angiospermes.*	9
Equisétacées.	13	*Monocotylédones très-douteuses.*	15
Dicotylédones gymnospermes.	135		

Le savant professeur à qui nous empruntons ces résultats a reconnu, pour les plantes, ce que nous avons signalé pour les animaux marins; c'est que beaucoup des espèces européennes se trouvent aux États-Unis. Cette flore est encore peu de chose, comparée aux flores actuelles; mais il faut bien se rendre compte, avant de rien conclure, du nombre considérable d'espèces anéanties, comparé au nombre conservé dans les couches terrestres, qui ne sont que des exceptions. Nous croyons donc que les plantes que nous connaissons ne sont, comme les animaux de cette époque, que quelques débris échappés, comme par miracle, au naufrage général dû à la décomposition trop

prompte de beaucoup de plantes et aux diverses révolutions du globe. Néanmoins, M. Brongniart s'exprime ainsi relativement à la pauvreté et aux caractères propres de cette flore :

« L'absence complète des dicotylédones ordinaires ou angiospermes, celle presque aussi complète des monocotylédones, expliquent, du reste, cette réduction de la flore ancienne; car actuellement ces deux embranchements du règne végétal forment au moins les quatre cinquièmes de la totalité des espèces vivantes connues. Mais aussi les familles, si peu nombreuses, existantes à cette époque, renferment d'une manière absolue beaucoup plus d'espèces qu'elles n'en offrent maintenant sur le sol de l'Europe. Ainsi les fougères du terrain houiller, en Europe, comprennent environ 250 espèces différentes, et l'Europe entière n'en produit actuellement que 50 espèces.

« De même les gymnospermes, qui maintenant ne comprennent, en Europe qu'environ 25 espèces de conifères et d'éphédrées, renfermaient alors plus de 120 espèces de formes très-différentes.

« Ces familles, seules existantes et bien plus nombreuses alors qu'elles ne le sont maintenant dans les mêmes climats, si l'on embrasse la période carbonifère entière, étaient encore plus remarquables par les formes si différentes sous lesquelles elles se présentaient. Ainsi, parmi les criptogames nous remarquons des genres de fougères actuellement complétement détruits et plusieurs espèces arborescentes, des prêles ou des végétaux voisins presque arborescents; des lycopodiacées formant des arbres gigantesques : toutes formes actuellement inconnues, soit dans le monde entier, soit du moins dans les zones tempérées.

« Parmi les végétaux que nous rangeons dans les dicotylédones gymnospermes, les différences sont encore plus tranchées; car ils constituaient des familles complétement anéanties depuis cette époque : telles sont les sigillariées, les nœggérathiées et les astérophyllitées.

« Les caractères de la végétation pendant la période carbonifère peuvent se résumer ainsi :

« Absence complète des dicotylédones angiospermes;

« Absence complète ou presque complète des monocotylédones.

« Prédominance des cryptogames acrogènes et formes insolites et actuellement détruites dans les familles des fougères, des lycopodiacées et des équisétacées.

« Grand développement des dicotylédones gymnospermes, mais résultant de l'existence des familles complétement détruites, non-seulement actuellement, mais dès la fin de cette période (57). »

Comme nous l'avons fait remarquer, la même faune marine se trouvant à la fois sous la zone torride et jusqu'aux pôles, pendant l'étage carbonifèrien, on a la certitude que cette unité de répartition tient encore à la chaleur centrale propre à la terre, qui neutralise l'effet des zones isothermes que nous donne la température actuelle.

Les oscillations du sol nous paraissent avoir été, durant cette époque, plus nombreuses que dans beaucoup d'autres; et sans elles nous ne pourrions expliquer d'une manière satisfaisante ces parties continentales avec leur végétation en place, alternant plusieurs fois avec des centaines de mètres de puissance de couches marines.

En résumé, toutes les causes physiques qui agissent aujourd'hui avaient, sans aucun doute, la même influence pendant l'étage carbonifèrien; mais celui-ci a été interrompu par une perturbation géologique générale dont nous trouvons des traces à la fois dans les discordances de stratification, peut-être dans la formation de la houille supérieure, et dans les limites des faunes.

C'est à la fin de l'étage carbonifèrien, et avant les premiers dépôts permiens, que M. Murchison ferait remonter la première dislocation de la chaîne de l'Oural, qui aurait amené son relief. Cette dislocation est assez importante pour qu'on puisse lui attribuer la fin de la période carbonifèrienne. C'est encore à cette époque que M. Élie de Beaumont place la dislocation de son *système du nord de l'Angleterre*, dirigée N. 5° O., au S. 5° E.

CARDAN. *Voy.* GÉOLOGIE.

CARNIVORES (ANIMAUX), *leur rôle dans la police de la nature.* — Dans le plan universel de la création, nous remarquons qu'à toutes les époques un système de destruction générale, contrebalancé par un renouvellement continuel, a contribué à accroître, pour les animaux, la somme du bien-être sur la surface tout entière du globe.

Parmi les prévisions les plus importantes dont nous trouvons la preuve dans l'anatomie des animaux fossiles, plusieurs sont propres aux organes qui leur ont été donnés pour saisir leur proie et la mettre à mort. Et comme des desseins dont la révélation nous est fournie par des instruments évi-

(57) Un mot relativement aux végétaux fossiles de Lamure et de la Tarentaise. M. Brongniart admet, et nous croyons à toute la valeur réelle de ses observations, que les végétaux de ce point en litige sont bien une dépendance de l'étage carbonifèrien. Les fossiles marins que M. Scipion Gras a rencontrés sur ce point sont bien certainement aussi, et sans qu'on puisse élever le moindre doute à cet égard, des coquilles de l'étage sinémurien ou du lias inférieur. Voici les deux faits bien positifs en présence. Comme les résultats donnés par les végétaux sont partout en rapport avec les résultats donnés par la zoologie fossile, nous croyons que ces deux éléments de vérité ne peuvent être en défaut, sur un seul point encore assez obscur, quand ils sont, partout ailleurs, dans l'accord le plus parfait. Ces résultats généraux nous portent à penser que deux âges géologiques superposés distincts existent sur ces points, et que des observations postérieures viendront montrer que cette exception si étrange qu'on y a signalée tient à quelque interversion géologique locale des couches spéciales aux deux époques.

demment façonnés dans un but de mort et de destruction peuvent, au premier abord, sembler mal en harmonie avec le plan d'une création toute fondée sur la bienveillance, et tendant à produire la plus grande somme de bien-être pour le plus grand nombre d'individus, il est bon que nous disions quelques mots sur l'histoire de cette quantité énorme d'animaux du monde ancien qui ne furent créés que pour détruire.

La mort une fois établie par le Créateur comme une irrévocable condition de la vie, il a dû entrer dans ses desseins de bienveillance de rendre aussi doux que possible, pour chacune de ses créatures, ce triste terme de toute existence. Or, la mort la plus douce, un proverbe le dit, est celle qu'on attend le moins; et, bien que pour des raisons morales et propres à notre espèce nous demandions au ciel de détourner de nous cette fin subite, il n'en est pas moins vrai que pour les animaux c'est là ce qu'il y a de plus désirable. Les douleurs de la maladie, la décrépitude de la vieillesse, sont les précurseurs ordinaires de la mort, lorsqu'elle est amenée par un affaiblissement graduel. C'est dans l'espèce humaine seulement que tous ces maux sont susceptibles d'allégements; car nous possédons en nous des sources nombreuses d'espérance et de consolation, et c'est au sein des douleurs que l'humanité trouve à développer les sentiments de charité les plus élevés et les sympathies les plus tendres. Mais rien de semblable à ces facultés n'existe dans les animaux inférieurs. Là, point de tendresse, point d'égards pour ceux qui sont faibles ou cassés par les années : aucun soin n'y vient alléger les douleurs de la maladie; et la vie, prolongée jusqu'aux époques reculées du déclin et de la vieillesse, ne serait pour chaque être qu'une série de longues misères. Avec un pareil système, la nature offrirait le spectacle quotidien d'une somme de souffrances énorme, si on venait à la comparer avec la somme de jouissances qui a été accordée aux animaux. Dans ce système, au contraire, où les êtres sont soudainement détruits et promptement remplacés, tout ce qui est faible ou cassé est bientôt délivré de ses maux, et le monde n'est habité que par des myriades d'êtres doués de toutes leurs facultés et jouissant de tous les bienfaits de l'existence; et si, pour un grand nombre, la part de vie qui leur est accordée n'a que bien peu d'étendue, du moins peut-elle être considérée comme un bienfait non interrompu, et la douleur momentanée d'une mort soudaine et inattendue n'est plus qu'un mal bien léger, si on le compare aux jouissances dont elle vient arrêter le cours.

Ainsi donc, des deux grandes divisions dans lesquelles se sont toujours partagés les habitants du globe, herbivores et carnivores, ces derniers, dont l'existence semble au premier abord avoir pour but d'accroître la somme des maux pour tous les êtres animés qui les entourent, nous apparaissent sous un point de vue tout opposé, dès que nous venons à les considérer dans l'ensemble de leurs rapports.

A tout homme qui, dans l'économie de la nature, ne s'arrête pas aux résultats généraux, le globe peut paraître le théâtre d'une guerre incessante et d'un carnage sans règle. Mais toutes les fois qu'un esprit plus large étudie les individus dans leurs rapports avec le bien général de leur propre espèce, et aussi des autres espèces qui lui sont associées dans la grande famille de la nature, il ramène bientôt tous les cas isolés, où le mal paraît se montrer, à servir d'exemple qui prouve combien tout est subordonné à un système de bien-être universel.

Dans cette manière d'envisager les choses, non-seulement la somme totale des jouissances auxquelles sont appelés les animaux s'est agrandie par la création des races carnivores, mais ces dernières sont une source de bienfaits même pour les races herbivores qui sont soumises à leur terrible domination.

Outre le bienfait si désirable d'une mort qui vient les saisir au moment où va commencer la maladie ou la caducité, il en est un autre encore dont sont redevables à l'existence des carnivores les espèces mêmes qui deviennent leur proie : c'est la sorte de contrôle que ces derniers exercent sur leur accroissement excessif, en détruisant un grand nombre d'individus pleins de jeunesse et de vigueur. Sans ce frein salutaire, chaque espèce s'accroîtrait à un tel point, que, bientôt arrivée a une exubérance funeste, elle ne trouverait plus à se nourrir, et que le groupe tout entier des herbivores désolé par le fléau de la famine, ne se composerait plus que d'êtres dont chaque jour des milliers seraient enlevés par la mort lente et cruelle de la faim. Tous ces maux ont été prévenus par l'établissement du pouvoir destructeur des carnivores. Leur action contient chaque espèce dans des limites convenables. Les malades, ceux qui sont estropiés, ou affaiblis par l'âge, ceux qui dépassent le nombre fixé dans les prévisions providentielles, sont immédiatement dévoués à la mort; et en même temps qu'ils sont ainsi délivrés des maux qui les affligeaient, leurs cadavres servent de pâture aux carnivores, leurs bienfaiteurs, et la place qu'ils laissent accroît d'autant le bien-être des animaux de leur espèce qui leur survivent pleins de santé.

Cette même *police de la nature* qui est pour les animaux terrestres un bienfait si grand, s'étend de même sur les habitants des mers et n'est pas pour eux un moindre bienfait. Parmi ces derniers en effet, il y a, de même que parmi les premiers, toute une grande division qui ne se nourrit que de végétaux, et qui fournit la pâture à toute l'autre division, laquelle ne peut se nourrir que de chair. Or, ici comme dans le premier cas, il est facile de voir que, si l'on suppose l'absence des carnivores, les herbivores, dont rien ne limitera la multiplication, s'accroîtront indéfiniment, sans

autre terme que celui que viendra leur imposer la famine, et que, par une inévitable conséquence, la mer ne sera plus peuplée que de créatures chétives traînant misérablement leur existence à travers toutes les horreurs de la faim à laquelle ils devront infailliblement succomber tôt ou tard.

La mort ainsi donnée par la dent des carnivores, si on la considère comme le terme ordinaire de la vie chez les animaux, nous apparaît sous le point de vue de ses résultats comme un bienfait. Elle sauve un grand nombre d'entre eux de toute cette somme de douleurs, compagne inséparable de la mort naturelle chez tous les êtres animés; elle abrége, elle supprime même pour tous les êtres créés inférieurs à l'homme les misères de la maladie, les accidents et les langueurs de la décrépitude; elle réprime si salutairement leur multiplication excessive que le nombre de ceux qui restent est exactement celui qui peut trouver à satisfaire tous ses besoins. Aussi la surface de la terre et les profondeurs des mers sont-elles habitées par des milliards de créatures animées dont le bien-être dure autant que la vie, et qui, pendant le petit nombre de jours qui leur sont accordés, s'acquittent avec joie des fonctions pour lesquelles elles ont été faites. La vie, pour chacun de ces êtres, n'est qu'un festin continuel au sein de l'abondance. Une mort prématurée vient-elle en arrêter le cours; c'est un intérêt qu'il paie, intérêt bien faible pour la dette qu'il a contractée envers le fonds commun destiné à l'alimentation de l'ensemble des animaux, et auquel il a puisé tous les matériaux qui entrent dans la composition de son corps. C'est par ce moyen que le grand drame de la vie universelle se continue sans relâche; et quoique les acteurs, si on les considère comme individus, changent à chaque instant, chaque rôle n'en demeure pas moins rempli sans interruption, les générations succédant aux générations. Ainsi la face de la terre et le sein des mers se renouvellent sans cesse, et la vie se transmet avec le bien-être par un héritage qui ne s'épuise jamais.

CATCOTT. *Voy.* GÉOLOGIE

CAUCHY, son opinion sur les forces de la matière. — *Voy.* LAPLACE.

CAUSES ACTUELLES. *Voy.* SÉDIMENTS ANCIENS *comparés aux sédiments actuels.*

CAVERNES A OSSEMENTS. *Voy.* SUB-APPENNIN.

CÉNOMANIEN (ÉTAGE). — Quatrième étage de la période crétacée et le vingtième de l'échelle totale des terrains. *Cénomanien* dérive de *Cenomanum*, nom latin de la ville du Mans, qui présente le type le mieux caractérisé et le plus complet de l'étage. C'est aussi la *glauconie crayeuse*, la *craie chloritée*, le *grès vert supérieur*, etc.

C'est l'un des étages les plus répandus et les plus marqués parmi les terrains crétacés. En effet, nous le voyons au pourtour des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Espagne, en Portugal, en Syrie, etc., etc. C'est, en effet, celui qui nous montre encore les bassins les mieux circonscrits et les zones les moins interrompues.

L'étage cénomanien repose en couches concordantes sur l'étage albien, aux parties septentrionales et orientales du bassin anglo-parisien, et ne s'en distingue que par les différences de composition minéralogique diverse, suivant les lieux, et par la faune qu'il renferme. On l'a reconnu ainsi déposé à Vissant (Pas-de-Calais), et dans les départements de l'Aisne, des Ardennes, de la Meuse, de la Haute-Marne, de la Marne, de l'Aube et de l'Yonne, ou sur une extension de près de 50 myriamètres. La même superposition existe dans le pays de Bray et sur une grande partie de l'Angleterre. Dans le bassin méditerranéen, on le voit encore en couches concordantes à la Gueule-d'Enfer, près de Martigues; à Sainte-Anne du Castelet, près du Beausset. Cette concordance est surtout très-visible à Escragnolles (Var). Par la stratification concordante des couches cénomaniennes sur l'étage albien, au pourtour du bassin anglo-parisien, et partout où nous venons de le citer, on voit qu'il a succédé régulièrement dans l'ordre chronologique à l'étage albien, qu'il recouvre.

Dans les bassins parisien, pyrénéen et méditerranéen, des discordances font reposer l'étage cénomanien, soit sur les roches azoïques, soit sur les différents étages jurassiques. C'en est assez pour prouver, d'un côté, que les autres étages crétacés manquent sur ces vastes surfaces, et qu'une discordance profonde sépare aussi bien l'étage cénomanien de l'étage albien, que tous les caractères paléontologiques. Si, d'un côté, la superposition nous donne la succession régulière des deux étages, les discordances d'isolement viennent limiter les deux âges: car, sur des centaines de kilomètres d'extension, l'on ne trouve que l'un ou l'autre isolé, contenant des faunes distinctes: ce qui dénote deux époques ayant leurs allures spéciales, séparées par un mouvement géologique considérable qui ne peut laisser aucun doute sur son importance et sur ses résultats, si visibles encore sur tous les points.

On regarde comme un fait de discordance, le remaniement à l'état fossile des restes organisés de l'étage cénomanien sur place, à Cassis (Bouches-du-Rhône), dans l'étage supérieur; à Sainte-Catherine, près de Rouen; et à Fécamp (Seine-Inférieure). Pour que ces fossiles se trouvassent remaniés dans l'étage turonien, il fallait que l'étage cénomanien fût déjà consolidé, et que les débris des roches qu'il formait eussent été charriés par les courants à la fin de l'étage et à l'époque postérieure. De tous ces faits de discordance qui concordent avec les limites des faunes, nous concluons à la séparation nette et précise des deux étages.

Composition minéralogique. — Il n'est pas d'étage plus variable que celui-ci, sous ce rapport, qu'on en prenne l'ensemble sur un

point déterminé, ou suivant ses distances horizontales. Sur des points déterminés nous voyons se succéder, en effet, toutes les formes minéralogiques différentes.

Par ces différences énormes, suivant les couches ou suivant les lieux, d'un même horizon géologique, il est facile de concevoir où l'on pouvait arriver, lorqu'on employait le caractère minéralogique pour distinguer les étages crétacés; et les dissidences d'opinion et de classification n'ont plus lieu d'étonner; mais qu'on abandonne ce caractère trompeur, et qu'on y substitue, comme nous l'avons fait, les caractères paléontologiques, tout se simplifiera; les horizons se dessineront nettement, et alors on verra que la stratigraphie rigoureuse concorde en tout point avec les résultats paléontologiques.

En réunissant les diverses couches qui dépendent de l'étage, nous trouvons, d'après les évaluations données par M. de Verneuil, que l'étage offre, en Espagne, dans les provinces de Saint-Ander et de Biscaye, l'épaisseur énorme de plus de 500 mètres. C'est la puissance la plus grande; car, partout ailleurs, bien que considérable, comme à l'embouchure de la Charente, l'ensemble n'atteint pas la moitié de cette épaisseur.

Mélanges des produits terrestres et marins. — Un point très-curieux, décrit depuis longtemps, sous le titre de *forêt sous-marine*, par un savant consciencieux, M. Fleuriau de Bellevue, nous paraît mériter particulièrement notre attention. Nous voulons parler de cet amas de lignites qu'on trouve au-dessous de l'île d'Enet, à l'embouchure de la Charente, et qui s'étend à Fouras, et même jusqu'auprès de Marennes, à la pointe du Chapus. On trouve dans cette couche remarquable, avec des arbres énormes, pourvus de leurs branches, mais couchés horizontalement, beaucoup de matières végétales, et de rognons de succin ou de résine fossile. Avec ces produits évidemment terrestres, parmi lesquels M. Brongniart reconnaît des feuilles de conifères, le savant botaniste retrouve encore des algues marines. D'un autre côté, tous les arbres sont percés de nombreux tarets et de pholades, et il se trouve dans les mêmes couches diverses huîtres évidemment marines et de l'époque cénomanienne. On doit donc croire que les arbres ont été flottés longtemps dans les eaux, et qu'ils se sont déposés ensuite avec d'autres débris terrestres, simultanément avec des débris marins côtiers, au niveau supérieur des marées sur une côte maritime.

Fossiles remaniés. — « Par la nature des fragments, par les fossiles remplis de matières différentes des sédiments qui les renferment, nous trouvons, dit M. d'Orbigny, que des parties de l'étage cénomanien ont été remaniées à l'état fossile, dans des couches plus récentes. Nous en connaissons deux exemples très-curieux en France. Le premier se voit à la montagne Sainte-Catherine, à Rouen. Tout le monde a recueilli des fossiles dans cette localité, mais personne n'a remarqué que la couche de moins d'un mètre qui les renferme est une anomalie, au niveau où elle se trouve; car, tout en appartenant, par ses fossiles, à l'étage cénomanien, elle se trouve, au-dessous et au-dessus, entourée de fossiles (l'*inoceramus problematicus*, l'*ammonites lewesiensis*) qui ne se trouvent jamais associés avec l'état normal de l'étage. Frappé de ce fait, nous en cherchions naturellement la cause, lorsque mettant dans l'eau les fossiles de la couche en question, nous l'avons facilement reconnue. Ces fossiles, qui, secs, sont blancs comme la roche environnante, deviennent jaunes lorsqu'ils sont mouillés et montrent alors, par leurs fragments anguleux, par des valves isolées de coquilles toujours d'une nature minéralogique distincte de la craie blanche qui les entoure, qu'ils ont été remaniés à l'état fossile, et transportés au milieu de l'étage qui lui est supérieur. C'est, en effet, un lambeau de l'étage cénomanien, remanié à l'état fossile au milieu du dépôt de l'étage turonien. Le deuxième exemple, nous l'avons reconnu entre Fécamp et l'Échelle de Senneville. En étudiant avec soin ces couches, en apparences toutes formées de la même craie blanche, mais dans lesquelles nous avons retrouvé, par les fossiles, deux étages distincts, l'étage turonien et l'étage senonien, nous avons reconnu, au milieu de l'étage senonien, une couche mince formée de rognons et de coquilles fossiles appartenant à l'étage cénomanien. En voyant les *ammonites varians* et *rhotomagensis*, etc., placés bien au-dessus de la zone à *inoceramus problematicus*, et en contact avec l'*ananchytes ovata*, si loin de leur zone habituelle, nous aurions dû en être fortement surpris, si la *nature chloritée* de la roche qui forme ces rognons et ces fossiles, entourés de craie absolument blanche, n'était venue nous donner la preuve qu'ils avaient été remaniés à l'état fossile par suite de dislocations postérieures. Nous avons voulu citer ces exemples, dont tout le monde pourra vérifier l'exactitude, d'abord pour indiquer le fait très-curieux en lui-même, mais ensuite pour prémunir contre les idées de mélange des diverses faunes à l'état de vie, quand elles ne sont souvent, comme à Rouen et à Fécamp, que des effets de remaniement à l'état fossile, et postérieurs à la consolidation des couches primitivement déposées dans leur ordre naturel de succession stratigraphique. On trouve encore à Doué et aux environs d'Angers (Maine-et-Loire), l'*ostrea columba*, remaniée dans l'étage falunien, c'est-à-dire avec les coquilles fossiles de six étages plus jeunes dans les âges du monde. »

Oscillations du sol. — « Dans cet étage si fécond en enseignements, nous retrouvons peut-être les faits les plus frappants pour prouver l'existence des oscillations du sol durant l'étage cénomanien. Citons-en surtout deux exemples. Nous prendrons l'un dans le bassin anglo-parisien, et l'autre

dans le bassin pyrénéen. Au Mans, on voit : 1° aux parties inférieures des carrières de Sainte-Croix, d'abord des grès sans fossiles, puis des grès quartzeux, renfermant de très-grosses ammonites, caractérisant un dépôt côtier fait au niveau supérieur des marées ; 2° après plusieurs alternats, un banc spécialement formé de bryozoaires et de brachiopodes : dépôt sous-marin fait à d'assez grandes profondeurs dans les eaux ; 3° un banc de coquilles de polypiers roulés, avec quelques *nautilus triangularis*, encore point côtier déposé sur le littoral dans les limites du balancement des marées. Pour qu'au même endroit on trouve un dépôt sous-marin, entre deux dépôts côtiers, il a fallu que la première côte s'affaissât pour en former un point sous-marin, et qu'elle s'élevât ensuite pour en reformer une côte : fait actuel des oscillations. Le second exemple existe à l'Ile-Madame (Charente-Inférieure). On y trouve : 1° aux parties inférieures, des couches sous-marines, déposées à de grandes profondeurs dans la mer, à en juger par les brachiopodes, les rudistes en bancs et les nombreux foraminifères ; 2° un banc rempli de gastéropodes et de *nautilus triangularis*, évidemment côtier, déposé au niveau supérieur des marées ; 3° des grès jaunes avec bancs d'huîtres ou caprotines en place, sans aucun doute sous-marins, déposés au-dessous du balancement des marées. Pour que les premières couches sous-marines soient devenues côtières et au niveau des marées, il a fallu une surélévation ; pour que cette partie côtière soit recouverte de dépôts sous-marins, il a fallu un affaissement. Nous ne pouvons, d'après ces résultats que tout le monde peut vérifier, expliquer autrement que par des oscillations du sol ces changements successifs qui se sont opérés sur le même point, et qui, dans les deux bassins, montrent des mouvements en sens inverse ; c'est-à-dire que, lorsqu'une partie s'exhaussait dans un des bassins, elle s'affaissait dans l'autre (58). »

Caractères paléontologiques. — La faune de l'étage cénomanien s'éloigne encore davantage de l'aspect général de la première faune crétacée, non qu'il soit disparu beaucoup de formes animales préexistantes, mais seulement parce qu'il naît un très-grand nombre de genres nouveaux. Quelques-uns parmi les mollusques gastéropodes et lamellibranches ; beaucoup parmi les bryozoaires, les échinodermes, et surtout les zoophytes ; les ammonites, qui dominent, ont des tubercules par lignes transverses. Le petit nombre de genres qui s'éteignent, comparés à ceux qui naissent, donnent la certitude que les terrains crétacés sont dans une belle période de développement.

L'étage cénomanien se distingue de l'étage albien, indépendamment des trois genres que nous avons vus naître et s'éteindre dans l'étage albien, par les trois genres suivants qui se sont également éteints dans l'étage albien sans passer à celui qui nous occupe : parmi les céphalopodes, le genre *crioceras* ; parmi les échinodermes, le genre *toxaster* ; parmi les polypiers, le genre *amblocyathus*.

Pour limites négatives supérieures entre l'étage cénomanien et l'étage turonien, nous avons trente-trois genres qui, encore inconnus à l'étage cénomanien, ne naissent que dans l'étage turonien.

Tous les genres que nous n'avons pas encore vus, dans les étages antérieurs, qui naissent avec celui-ci, seront autant de caractères distinctifs positifs qu'on pourra invoquer pour le reconnaître de ces étages antérieurs. Ces genres sont au nombre de cinquante-trois.

Parmi ces genres positifs, ceux qui s'éteignent dans l'étage cénomanien, sans passer aux étages supérieurs, seront autant de caractères positifs propre à les faire distinguer. Ces genres sont au nombre de onze. Si nous ajoutons à ces genres les treize qui, nés antérieurement, se sont également éteints dans cet étage sans passer au suivant, nous aurons vingt-quatre genres pouvant donner des caractères positifs supérieurs.

Abstraction faite des nombreuses espèces d'animaux vertébrés et annelés, nous avons huit cent quarante-neuf espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Si nous retranchons de ce nombre les sept espèces mentionnées comme s'étant trouvées dans l'étage précédent, et l'*ostrea diluviana*, qu'on trouve dans l'étage turonien, il nous restera encore huit cent quarante-une espèces caractéristiques de cet étage, nombre assez considérable pour donner à tous les facies de dépôts, et à tous les lieux, un grand nombre d'espèces propres à les faire reconnaître, qu'ils soient à l'état de grès rouges ou verts, de craie blanche, ou sous toute autre forme minéralogique.

Chronologie historique. — Avec la perturbation finale de l'étage albien ont été anéantis six genres préexistants, et quatre cent trois espèces d'animaux mollusques et rayonnés de cet étage. Aussitôt que le calme s'est rétabli dans les mers cénomaniennes, sont nés cinquante-trois genres, jusqu'alors inconnus, et huit cent quarante-deux espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui, avec les autres séries animales et les végétaux, sont venus animer les mers et les continents.

Les mers cénomaniennes changent encore de circonscription. Si, à quelques atterrissements près, elles restent les mêmes sur toutes les régions orientales du bassin anglo-parisien, en France ; et sur les régions occidentales, en Angleterre ; si elles montrent des limites presque semblables sur quelques points du bassin méditerranéen, il n'en est pas ainsi sur les autres parties des bassins. Nous voyons, probablement par suite d'un affaissement, les mers s'avancer un peu vers

(58) Alc. d'Orbigny.

la Belgique, jusqu'à Tournay. Elles couvrent toute la vaste surface comprise entre Fécamp et Tours, entre Tours et Bourges, où elles n'avaient pas encore paru depuis la fin des terrains jurassiques. Elles couvrent en entier tout le bassin pyrénéen, de la Loire-Inférieure jusqu'au Lot, et de là à l'Espagne et au Portugal, où les terrains crétacés étaient encore inconnus. Dans le bassin méditerranéen, elles apparaissent sur quelques points seulement. Il est encore probable, d'après les espèces identiques, que la mer cénomanienne s'étendait, sans interruption, d'un côté jusqu'en Syrie, au mont Liban, et de l'autre dans l'Allemagne, la Westphalie, la Saxe, la Silésie et la Bohème.

Les continents ont gagné plusieurs atterrissements au pourtour des bassins, surtout à l'est du bassin anglo-parisien, en France, et à l'ouest de l'Angleterre; mais ils ont perdu en Belgique; ils ont été diminués d'une large bande à l'ouest de la France, de la Loire au Hâvre; et tout le bassin pyrénéen, exhaussé depuis les premiers étages crétacés, cesse d'être au-dessus des eaux et devient le domaine des mers.

Les mers montrent une grande animation sur tous les points; la *faune*, très-nombreuse, se compose de poissons; de beaucoup de mollusques nouveaux, parmi les gastéropodes et les lamellibranches, tels que des *globiconcha*, des *pterodonta*, des *voluta*, des *mitra*, des *chama* et d'autres genres jusqu'alors inconnus, d'une très-grande quantité de brachiopodes, formant des bancs sous-marins très-développés, avec d'innombrables bryozoaires, des échinides et surtout un grand nombre de zoophytes. Avec les animaux, vivent, sur les rivages, des algues marines.

Les continents, près des rivages des mers, étaient animés par le genre raphiosaurus et par d'autres reptiles. Sur les points purement terrestres, ils nourrissaient des plantes qui ne sont que de faibles débris de la flore de cette époque.

Les oscillations du sol sont très-prononcées pendant cette période, et la perturbation finale n'a pas moins laissé de traces profondes que l'extinction de toute cette animation que nous y connaissons.

C'est à la fin de cette époque que correspondrait, peut-être, le *système du mont Viso* de M. Elie de Beaumont, dont les dislocations sont dans la direction du N. N.-O. au S. S.-E., qui, joint aux discordances, aux remaniements des fossiles, serait aussi bien le signe de la perturbation géologique qui a terminé cet étage, que les limites respectives qui en seraient la conséquence visible et irrécusable.

CÉPHALOPODES (*κεφαλὴ, tête; πους, pied ou tentacule*). — L'*animal* des céphalopodes est libre et formé de deux parties distinctes : l'une postérieure, le corps, ouvert en avant, contenant les viscères et les branchies; l'autre, antérieure ou céphalique, portant des bras ou des tentacules. *Corps* variable, rond, allongé, cylindrique, pourvu ou non de nageoires, se rattachant à la tête par des brides fixes, ou au moyen d'un appareil facultatif particulier; logé dans une coquille uniloculaire; dans la dernière cavité d'une coquille multiloculaire, ou renfermant, dans l'épaisseur des téguments, une coquille cornée, testacée, simple, spirale, formée de loges aériennes successives, traversées par un siphon. *Tête* volumineuse, plus ou moins séparée du corps, pourvue latéralement d'yeux saillants très-complets, d'oreilles; en dessous, d'un tube locomoteur entier ou fendu; en avant, de huit ou dix bras charnus, ou de tentacules nombreux. Au milieu des bras, un appareil buccal composé de deux mandibules cornées ou testacées agissant de haut en bas, de lèvres charnues, et d'une langue hérissée de crochets par lignes longitudinales. *Sexes* séparés sur des individus distincts, les uns mâles, les autres femelles. La respiration se fait au moyen des branchies internes paires ou symétriques, au nombre de deux ou de quatre. Ces animaux ont une excrétion singulière noire ou brune, qu'ils emploient à colorer l'eau, et qui est renfermée dans une poche spéciale.

Les *organes de manducation*, chez les céphalopodes, se composent d'un bec formé de deux *mandibules* cornées ou calcaires. Le *bec*, organe puissant de manducation, est calcaire chez les *nautilus*, les *conchorhynchus* et les *rhynchoteuthis*, corné chez les autres céphalopodes acétabulifères. Il se compose de deux mandibules qui agissent de haut en bas, et ressemblent beaucoup au bec d'un oiseau; néanmoins, ce bec offre toujours une position inverse de celui de ces animaux, puisque la mandibule supérieure ne recouvre point l'inférieure, mais rentre, au contraire, dans l'inférieure, qui la recouvre; position anormale, et souvent méconnue par ceux qui se sont occupés des céphalopodes.

Les céphalopodes ont une coquille cornée ou calcaire, interne ou externe, partie souvent la seule conservée dans les couches de l'écorce terrestre du globe, et dès lors l'unique moyen qui soit resté de comparer les espèces antérieures à notre époque à celles qui existent maintenant dans les mers. Elle devient donc essentielle dans les caractères zoologiques des céphalopodes. La *coquille interne*, développée surtout chez les décapodes, est placée dans une gaîne spéciale, entre deux couches de téguments, sur la ligne médiane en dessus du corps. Elle est testacée chez les *sepia*, les *beloptera*, les *spiruli rostra;* elle est testacée et cornée chez les *belemnites*, les *conoteuthis*, tandis qu'elle est seulement cornée chez les *loligo*, les *ommastrephes*, etc. Lorsque la coquille interne est testacée, elle est ovale ou oblongue et contient toujours des loges aériennes.

Lorsque la coquille interne est cornée et testacée, elle s'allonge, forme une partie cornée, large ou étroite en avant, et une partie testacée en arrière, contenant des loges aériennes empilées les unes sur les autres et percées d'un siphon. Ces loges sont seulement recouvertes de test chez les *conoteu-*

this, tandis que, chez les *belemnites*, elles sont protégées extérieurement par un rostre testacé, quelquefois très-long. Ce rostre, absolument identique de composition à celui de la *sépia*, se forme de couches successives très-serrées, rayonnantes.

La coquille interne, seulement cornée, varie beaucoup suivant les genres. Chez les calmars, les teudopsis et les énoploteuthes, l'osselet figure une plume plus ou moins large. Comparées aux autres caractères, les diverses formes des coquilles internes nous donnent la certitude que chaque fois qu'elles éprouvent des modifications, il existe également des caractères zoologiques très-marqués, et dès lors des motifs puissants pour distinguer génériquement les animaux qui les renferment. En partant de ces résultats appliqués aux restes fossiles de céphalopodes, on peut être certain, *à priori*, que des différences de formes entre les coquilles fossiles dénotent évidemment des formes zoologiques distinctes entre les animaux auxquels ces coquilles appartiennent. On peut, conséquemment, en toute assurance, établir, pour tous ces corps, des coupes nouvelles.

L'étude de la coquille interne, considérée quant à ses fonctions dans l'économie animale et à ses rapports de formes avec la force comparative de natation et des habitudes des céphalopodes, demande plus de développement. Les fonctions sont de trois espèces, qui diffèrent entièrement, en raison de telles ou telles modifications spéciales : 1° lorsque la coquille interne est cornée, elle sert tout simplement à soutenir les chairs, remplissant alors les fonctions des os des mammifères; 2° lorsqu'elle est cornée ou testacée, et qu'elle contient des parties remplies d'air, comme l'alvéole des bélemnites, non-seulement elle soutient les chairs, mais encore elle sert d'allége, en représentant, chez les mollusques, la vessie natatoire des poissons; 3° lorsque, cornée ou testacée, pourvue ou non de parties remplies d'air, la coquille interne s'arme postérieurement d'un rostre calcaire, aux deux fonctions précédentes vient se réunir celle de résister aux chocs dans l'action de la nage rétrograde, ou peut-être de servir d'arme défensive, et c'est alors un corps protecteur.

Nous allons passer en revue ces trois séries de fonctions, en comparant leurs rapports avec les habitudes des animaux.

Premières fonctions.— La coquille interne est toujours placée en dessus, sur la ligne médiane longitudinale du corps, et logée sous les couches musculaires du dos, dans une gaîne spéciale, où elle est quelquefois entièrement libre. Dans tous les cas, ses fonctions les plus simples sont de soutenir la masse charnue, d'affermir le corps et de lui permettre la résistance aux efforts de la natation; elles sont donc, alors, analogues à celles des os des animaux vertébrés. En général, on peut dire que le plus ou moins d'allongement de la coquille interne est toujours en rapport avec la vélocité de natation des animaux qui en sont pourvus.

Secondes fonctions. — La coquille interne qui, indépendamment de sa composition cornée ou testacée, contient des parties remplies d'air, est de différente structure. Elle est, chez la seiche, pourvue, en dessus, d'une partie testacée ferme, et contient, en dessous, une série de loges obliques, séparées, dans leur intérieur, par une foule de petits diaphragmes remplis d'air. Chez la spirule, c'est une coquille spirale formée de cloisons qui la séparent en compartiments irréguliers, aussi remplis d'air. Chez les spirulirostres, c'est une coquille analogue logée dans un rostre. Chez les conoteuthes, c'est un cône placé à l'extrémité d'une coquille cornée et divisée en cloisons; chez les bélemnites, c'est également un cône alvéolaire, placé à l'extrémité d'une coquille cornée dans un rostre calcaire terminal. Nous avons dit que nous considérions cette modification comme une simple fonction d'allége, analogue à celle des vessies natatoires des poissons. Nous fondons cette opinion sur ces deux seuls faits : 1° que ces coquilles surnagent à la surface des eaux, lorsqu'elles ont été retirées de l'animal; et 2° qu'il y a coïncidence constante de l'augmentation progressive du nombre des loges avec l'accroissement du corps de l'animal, comme pour maintenir constamment l'équilibre dans les diverses périodes de l'existence. En effet, la seiche, la spirule, avec leurs proportions massives, devaient avoir besoin de cet appareil pour s'aider dans leur natation; et cela est si vrai que la spirule, avec sa forme plus arrondie, est pourvue, par la nature, d'une bien plus grande masse d'air que le conoteuthe, dont la forme dénote un animal infiniment plus agile et meilleur nageur. Chez la bélemnite, l'empilement des loges aériennes vient, sans doute, compenser le poids énorme du rostre calcaire de l'extrémité de l'osselet, qui, sans cette allége, obligerait l'animal à se tenir dans la position verticale, tandis que la station normale est généralement horizontale. Il résulterait donc, à n'en pas douter, de ce qui précède, que les loges aériennes, chez les genres cités, ainsi que chez les nautiles, les ammonites et toutes les autres coquilles divisées par des cloisons, ne sont que des moyens d'allége donnés par la nature à tous ces animaux, pour rétablir l'équilibre chez des êtres essentiellement nageurs, dont les formes sont souvent assez lourdes.

Le volume d'air contenu en dehors ou en dedans du corps, paraît être en raison inverse de l'allongement du corps, puisqu'il est très-grand chez la spirule et chez la seiche, dont le corps est très-massif, et qu'il est proportionnellement très-restreint chez le conoteuthe et la bélemnite, dont le corps était évidemment très-allongé. Ces résultats, joints aux résultats obtenus relativement à l'allongement du corps, comparé à la puissance de natation, prouvent que le volume d'air est aussi en raison inverse de cette même force de natation, puisque la spirule et la seiche, dont le volume d'air est très-

grand, sont bien moins bons nageurs que les ommastrèphes, dont les conoteuthes et les bélemnites paraissent être si voisins. Il suffit, d'ailleurs, de comparer l'énorme volume d'air que doivent contenir les nautiles et les ammonites, avec la forme de leurs coquilles qui s'oppose à toute natation rapide, pour se persuader qu'il en est ainsi de tous les animaux pourvus de coquilles remplies d'air.

Troisièmes fonctions. — Les céphalopodes nagent au moyen de leur tube locomoteur. Dès lors, loin de se diriger la tête en avant, quand ils veulent promptement échapper à la poursuite des autres animaux, ils sont, contrairement à la loi ordinaire, obligés d'aller à reculons, sans jamais pouvoir calculer la portée de leur élan; c'est ainsi qu'ils s'élancent dans les airs, au sein des océans, ou qu'ils s'échouent sur la grève, près du littoral des continents. Les animaux qui vivent constamment au milieu des mers ne sont pas sujets à trouver d'obstacles dans leur nage rétrograde; aussi leur osselet est-il entièrement corné, comme celui des onychoteuthes, des ommastrèphes, qui ne s'approchent que fortuitement des côtes; mais, lorsque ces animaux sont exposés à rencontrer fréquemment des obstacles qui pourraient les blesser, lorsqu'ils s'élancent la tête en arrière sans être à portée de les apprécier, la nature les a pourvus d'une partie protectrice, consistant en un rostre calcaire, dur, le plus souvent aigu, capable de résister aux divers chocs. Cette partie rostrale est ordinairement conique; elle termine, en arrière, l'extrémité de la coquille en une pointe indépendante des cloisons, chez la seiche et le spirulirostre, ou bien enveloppe et protége les loges aériennes chez la bélemnite, tout en se prolongeant bien au delà, en une pointe plus ou moins aiguë. Suivant cette explication, le rostre des seiches, des béloptères, des spirulirostres et des bélemnites, ne serait, zoologiquement parlant, qu'un corps protecteur, qu'une partie mécanique placée en arrière, du côté où l'animal s'avance, pour résister au choc sur les corps durs et le garantir de toute blessure organique. Cette partie n'aurait, dès lors, qu'une importance secondaire dans l'économie animale; et la forme, par suite des fréquentes lésions, en serait, plus que celle de toutes les autres, susceptible de nombreuses modifications dans une seule et même espèce, ce qu'on observe, du reste, dans l'extrémité du rostre des bélemnites.

Défini par ces fonctions, le rostre nous donne encore, en scrutant les faits, des résultats curieux et surtout très-utiles, comme application aux fossiles, sur les habitudes des animaux qui en sont pourvus. Le seul genre muni de rostre, parmi ceux qui vivent actuellement, est la seiche. La seiche est, sans contredit, le céphalopode le plus côtier. D'un autre côté, on n'a pas vu de rostre parmi les genres de céphalopodes des hautes mers, comme chez l'ommastrèphe, l'onychoteuthe, etc. On devrait donc croire que le rostre peut caractériser les animaux côtiers; et cela avec d'autant plus de raison, que l'animal qui reste toujours au sein des océans n'en a pas besoin, et que ce corps protecteur n'est réellement utile qu'aux céphalopodes, qui, se tenant plus souvent sur le littoral, sont plus à portée de se heurter. Le rostre, en dernière analyse, dénoterait souvent un animal côtier.

Nous avons voulu passer en revue les diverses modifications des osselets internes des céphalopodes vivants, comparer leur composition, leurs formes, aux différentes fonctions qu'ils sont destinés à remplir, aux habitudes des genres qui en sont pourvus, afin d'arriver à pouvoir dire, par comparaison, ce que devaient être les céphalopodes dont il n'est resté, au sein des couches terrestres, que des parties plus ou moins complètes. C'est, en effet, en procédant ainsi, du connu à l'inconnu, qu'on parviendra sûrement et sans hypothèse à expliquer, par des faits bien constatés, ce que devaient être les animaux des faunes plus ou moins anciennes qui ont couvert le globe aux diverses époques géologiques.

La coquille simple ou uniloculaire se voit seulement chez l'*argonauta;* elle est largement ouverte, symétrique, à peine enroulée en spirale et d'une contexture fibreuse, cornéo-calcaire, très-remarquable. Elle se distingue des autres coquilles par le manque de *nucleus* dans le jeune âge, et par sa composition, étant formée de deux couches appliquées l'une sur l'autre, l'une interne, l'autre externe, ce qui s'explique par son mode singulier de formation.

Les coquilles externes multiloculaires sont spéciales aux céphalopodes tentaculifères (*nautilus, ammonites*, etc.); elles se distinguent des coquilles multiloculaires internes propres aux céphalopodes acétabulifères par la présence, au-dessus de la dernière loge aérienne, d'une cavité assez grande pour contenir l'animal. C'est ainsi que, chez les *nautilus*, les *ammonites*, etc., on remarque depuis un demi-tour jusqu'à un tour complet de pourvu de loges aériennes et destiné à contenir et à protéger l'animal. Ces coquilles sont composées de deux couches, l'une extérieure, calcaire, terne, qui contient les couleurs, et l'autre intérieure, nacrée, sur laquelle viennent s'appuyer les cloisons également nacrées qui séparent les loges aériennes.

Ces *cloisons* sont simplement arquées ou droites chez les *nautilus*, les *orthoceratites;* elles sont anguleuses chez les *aganides*, chez les *clymenia*, et lobées, ramifiées à l'infini chez les *ammonites*, les *crioceras*. Lorsqu'on examine la forme de l'animal des nautiles, on voit que l'extrémité postérieure du corps est arrondie et sans aucune saillie à son pourtour; aussi produit-il des cloisons de forme identique légèrement creuses pour le recevoir, ou, pour mieux dire, modelées sur lui. Par analogie, on doit croire que les *clymenia* devaient avoir un appendice de chaque côté de l'extrémité du corps, afin de former

les sinus latéraux qu'on remarque aux cloisons. On doit croire aussi que l'extrémité du corps avait plusieurs expansions ou pointes à l'entour pour former les cloisons des *aganides*, et que ces expansions, de plus en plus lobées, représentaient de véritables arbuscules chez les ammonidées, afin de reproduire, à chaque cloison, ces lobes, si singulièrement ramifiés suivant chaque espèce, dans cette famille remarquable. Ainsi, les sinuosités extérieures des cloisons dépendent de la forme de l'extrémité du corps des animaux, et de la plus ou moins grande complication des productions charnues ou des lobes de cette partie.

Si l'on cherche quelles pouvaient être les fonctions, l'utilité de ces lobes dans l'économie animale, on pensera qu'ils servaient à l'animal à se cramponner dans sa coquille. Cela est si vrai que presque tous les genres qui possèdent des cloisons unies (*nautilus*, *orthoceratites*, *lituites*) ont le siphon central par lequel l'animal pouvait retenir sa coquille, tandis que tous ceux qui ont ce siphon latéral (les *ammonidées*, les *aganides*) ne pouvaient donner qu'un point d'appui excentrique : dès lors leurs cloisons sont pourvues de lobes plus ou moins profonds.

Toutes les coquilles multiloculaires des céphalopodes sont percées d'un *siphon*. On appelle ainsi un tube qui part de la première cloison, et qui se continue jusqu'à la dernière sans communiquer avec l'intérieur des loges aériennes. Il en résulte que ce siphon, loin de pouvoir donner aux céphalopodes la faculté de remplir leurs loges d'air ou d'eau, à la volonté de l'animal, en est, au contraire, entièrement séparé, et ne communique nullement avec elles. C'est un tube indépendant qui les traverse et reçoit un organe creux, charnu, cylindrique, placé à l'extrémité du corps.

Les coquilles externes des céphalopodes sont ou non symétriques. Elles sont symétriques dans le plus grand nombre des cas, c'est-à-dire qu'une ligne pourrait les séparer en deux portions absolument égales. Trois genres, les *turrilites*, les *heteroceras* et les *helicoceras*, sont les seuls non symétriques, en ce sens qu'au lieu de former une spirale enroulée sur le même plan, cette spirale s'enroule obliquement, et alors la coquille montre d'un côté une spire saillante, conique ; de l'autre, un *ombilic*, formé au milieu, par le tour contigu ou non.

Quand on compare le tableau de la répartition chronologique des céphalopodes tentaculifères, à la surface du globe, à celui des mammifères et des oiseaux, on remarque un contraste frappant. Ce ne sont plus, en effet, comme chez les mammifères et chez les oiseaux, des êtres inconnus aux premiers âges du monde, qui apparaissent tout à coup avec la période qui a précédé notre époque. Ce ne sont plus, comme chez les reptiles et les poissons, des formes animales qui se remplacent successivement les unes les autres depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à nos jours. On voit, avec le remplacement successif des genres, que ceux-ci ont été principalement créés à deux époques distinctes dans les terrains paléozoïques et crétacés, tandis qu'ailleurs c'est à peine s'ils ont montré quelques genres isolés. On voit encore qu'ils ont montré une progression décroissante de cette première époque jusqu'à l'époque actuelle.

Comparaison des ordres entre eux. — Les comparaisons que nous pouvons établir ne prouveront pas grand'chose, quant à la question de savoir si les plus parfaits ou les plus imparfaits des céphalopodes ont paru les premiers ; car, sous ce rapport, les deux ordres peuvent être placés en parallèle. Néanmoins le résultat géologique de chacun, pris en particulier, est quelque peu différent.

Les *tentaculifères* (parmi lesquels est le *nautile*) se sont montrés avec la première animalisation du globe, et atteignent le maximum de leur développement numérique avec l'étage silurien, le premier du monde animé. Ils ont 22 genres dans les étages paléozoïques, en montrent *sept* formes dans les terrains triasiques, le même nombre dans les terrains jurassiques, 14 dans les terrains crétacés, deux seulement dans les terrains tertiaires; puis, de tous ces genres, un seul, le genre *nautile*, représente, à l'époque actuelle, tous les genres si variés des autres âges du monde. Ainsi, sans aucun doute, les céphalopodes tentaculifères ont été dans une période décroissante, depuis l'étage silurien jusqu'à nos jours.

Les *acétabulifères*, qui renferment la *seiche*, le *calmar*, ont commencé avec *un* genre dans l'étage conchylien ; ils en ont *douze* dans les terrains jurassiques ; *quatre* dans les terrains crétacés ; le même nombre dans les terrains tertiaires ; et, de tous ces genres, *cinq* seulement sont représentés aujourd'hui. Si l'on n'avait égard qu'aux genres fossiles, les acétabulifères auraient eu leur maximum dans les terrains jurassiques et auraient diminué jusqu'à présent; mais, lorsqu'on leur compare les 20 genres vivants, on pourrait en conclure que cette série est en voie croissante de développement de formes génériques ; néanmoins, comme parmi ces vingt genres vivants, un grand nombre sont purement charnus, ils n'ont pas pu, quand même ils eussent existé, conserver leurs traces dans les étages géologiques ; que les autres n'ont que des parties cornées qui ne se conservent qu'exceptionnellement, on ne peut rien affirmer de certain ; et tout porterait à croire, au contraire, que comparés aux tentaculifères, leurs formes étaient très-multipliées aux époques anciennes.

Déductions zoologiques générales. — En réunissant les genres de céphalopodes, sans avoir égard aux ordres, nous trouvons, à peu de chose près, les mêmes conclusions. Nous connaissons aujourd'hui 22 genres dans les terrains paléozoïques, 8 dans les terrains triasiques, 17 dans les terrains jurassiques, 18 dans les terrains crétacés, 6 dans les terrains tertiaires. Les genres fossiles montreraient, dès lors, une décroissance constante

depuis la première animalisation du globe jusqu'à l'époque actuelle, conclusion qui ne peut être modifiée par les 21 genres connus dans nos mers ; car beaucoup de ces genres, comme nous l'avons dit, ne pouvaient pas se conserver ou ne devaient se conserver que très-rarement. Voici donc, en résultat, les céphalopodes, les plus parfaits des mollusques, qui, depuis le premier âge animé du globe, sont en marche décroissante de formes génériques. Nous insistons sur ce fait, relatif aux céphalopodes que nous comparerons, plus tard, aux autres classes de mollusques moins parfaites, ce qui devra nous amener à cette conclusion que les mollusques, suivant les classes, ont certainement marché du composé au simple, ou dans une voie de non perfectionnement.

Déductions climatologiques et géographiques. — Encore ici une confirmation ; en effet, le genre *nautilus*, qui habite seulement aujourd'hui les régions tropicales des mers de l'Inde, et que nous trouvons dans les terrains tertiaires de France, d'Angleterre et de Belgique, prouve que ces lieux avaient, à cette époque, une température bien plus élevée. La présence du genre nautile en Europe, tandis qu'il est spécial au Grand Océan, ainsi que la découverte de l'*argonauta hians* sur les bords de la Méditerranée, où il ne vit plus aujourd'hui, prouvent que, de même, la répartition géographique passée n'était pas la même que celle de nos jours.

Déductions géologiques tirées des genres. — Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les céphalopodes ; puisque aucun des 51 genres fossiles connus n'occupe tous les étages, et qu'ils sont, au contraire, tous restreints dans des limites plus ou moins étendues, et peuvent servir de caractères négatifs pour les étages supérieurs ou inférieurs à ces limites où ils manquent encore.

Les caractères *stratigraphiques positifs* sont aussi prononcés pour les céphalopodes. En effet, les 51 genres connus à l'état fossile sont autant de caractères positifs pour les terrains et les étages où ils ont été rencontrés jusqu'à présent. Ils seront d'autant plus certains que sur ces genres, 45, ou la presque totalité, sont perdus pour l'époque actuelle et pour les étages supérieurs et inférieurs, et que 14 sont spéciaux à un seul étage. La persistance est surtout très-remarquable pour les genres *nautilus*, *ammonites*, *orthoceratites*, *hamites*, etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces, chez les céphalopodes, sont, à très-peu d'exceptions près, comme pour les autres séries animales. Les espèces, au nombre de 1448, sont spéciales à un seul étage, qu'elles ne franchissent pas ; aussi sont-elles caractéristiques des étages où elles vivaient.

CESALPINO. *Voy.* GÉOLOGIE.

CESTRACIONS. *Voy.* POISSONS.

CÉTACÉS. *Voy.* MAMMIFÈRES.

CHALEUR CENTRALE. *Voy.* FEU CENTRAL.

CHALMERS (LE Dr). *Voy.* BUCKLAND.

CHAUBARD (L. A.) — Il y a quelques années, un ecclésiastique, M. l'abbé B., ayant lu les *Éléments de Géologie*, publiés par M. Chaubard (1838), crut que les théories, développées dans cet ouvrage, conciliaient d'une manière satisfaisante les découvertes de la science avec la *Genèse*. Toutefois, craignant de s'être laissé surprendre ou *fasciner*, suivant son expression, il s'adressa au directeur du journal *la Voix de la vérité*, ou à ses collaborateurs, les priant de lui faire connaître ce qu'il devait penser de ce livre de M. Chaubard, et s'il renfermait bien en effet la solution des difficultés qu'jusque-là l'avaient embarrassé. Nous allons donner d'abord la lettre dans laquelle M. l'abbé B. sollicitait ce service ; puis nous la ferons suivre de celles que nous lui adressâmes, et dans lesquelles nous apprécions les idées de M. Chaubard sur l'interprétation du premier chapitre de la *Genèse*, sur le déluge, sur la formation des terrains, etc.

« Monsieur le directeur,

« La science doit avoir un sanctuaire au foyer du modeste presbytère, car le calme, la solitude, les placides habitudes de l'humble desservant des campagnes, sont les amies et les compagnes de l'étude, mère de la science.

« Quand il a satisfait aux nombreuses fonctions sacerdotales, qu'il a sustenté sa frugale existence, alors que, comme dit Horace :

Vescitur siliquis et pane secundo.

le prêtre peut quelquefois, peut souvent demander sa récréation aux sciences humaines, pour montrer au monde qu'il le suit, quand il ne le précède pas dans l'arène des sciences battue par les savants.

« Or, la géologie n'est pas l'une des sciences qui offre le moins d'attrait, le moins d'intérêt au cœur sacerdotal ; car la géologie, c'est la seconde Bible du prêtre !

« Mais, dans ce cataclysme de théories géologiques, toutes plus anti-bibliques l'une que l'autre, laquelle adopter, laquelle étudier, laquelle conseiller, laquelle vraie ?

Scinditur incertum studia in contraria vulgus.

« Mais le prêtre ne peut adopter que celle-là qui est l'explication de la Bible, celle-là qui se présente, pour ainsi dire, comme le prisme de la révélation.

« M. l'abbé Migne, à qui le sacerdoce doit tant d'hommages et de reconnaissance, dans le 3e vol. de son *Cours d'Ecriture sainte*, eut la bienveillance de nous donner un exposé des systèmes géologiques, en nous indiquant celui qui était l'objet de sa préférence. Nous devons le féliciter de ses loyales et bonnes intentions, en le priant de nous excuser, si nous sommes si hardis que de lui recommander de revoir, ou faire revoir ce travail, qui nous paraît défectueux aujourd'hui, si nous ne nous trompons.

« En effet, j'ai lu, étudié, travaillé, compulsé bien des théories géologiques ; toutes me contristaient, en oubliant ou niant ma

Bible, et laissant au fond de mon cœur une tristesse profonde, un vide immense !

« Ces créations successives, filles naturelles de ces époques incommensurables, dans lesquelles Dieu n'a point de place : ces gigantesques hypothèses où la puissance créatrice est nulle : toutes ces théories creuses, qui me représentent les efforts inutiles et vains de Milon de Crotone, offensaient ma raison, en outrageant ma foi. Avec tout cela, la géologie était un superbe sanctuaire, sans divinité ! C'était un magnifique in-folio, que nulle intelligence n'avait écrit !

« Vingt fois je quittai ces rêveries de l'école géologique ; vingt fois je les repris : et toujours je me perdais dans ce dédale, où me manquait le fil d'Ariane. Néanmoins, sans jeter, comme dit le vieil adage, le manche après la cognée, j'étudiais, ma Genèse à la main, j'étudiais encore, avec l'espoir de rencontrer dans le labyrinthe des sciences géologiques, un géologue d'accord avec Moïse, une géologie sœur de ma Bible.

« Dieu soit loué ! Le hasard, cet *incognito* de la Providence, vient de me faire rencontrer l'un et l'autre. Eh bien, oui ! je viens de trouver un géologue et une géologie qui pensent et qui enseignent, comme pensait et enseignait Moïse, il y a tantôt quatre mille ans !

Felix qui potuit rerum cognoscere causas !

« Dans ce livre, la raison et la foi, comme deux sœurs jumelles, se donnent la main, s'embrassent, et les pieds sur la terre, lèvent les mains et les yeux au ciel, pour montrer le *Père qui est aux cieux, le créateur du ciel et de la terre*, sous une date qui s'accorde parfaitement avec la chronologie biblique. Elles répètent ensemble cette première page de la science géologique : *Credo in Deum, Patrem omnipotentem, Creatorem cœli et terræ!* Mais, qu'il y ait du surnaturel, du mystérieux, du merveilleux dans la création, eh ! mais, mon Dieu ! ce n'est pas étonnant, quand la création est la première des merveilles, le premier des mystères !

« Du reste, qu'on juge ce géologue catholique par ses propres paroles ; voici comme il s'explique au commencement de ses *Eléments de géologie;* voici sa profession de foi géognésique :

« Il est impossible de faire marcher la « géologie d'un pas assuré sans lui donner « pour appui le secours de l'histoire ; car « il est une foule de faits dont les consé- « quences, d'ailleurs évidentes, ne peuvent « être déduites avec quelque certitude, si « l'on n'a recours aux faits historiques qui « s'y rapportent ; comme aussi, il est une « multitude de questions capitales qui ne « sauraient obtenir une solution sans son « secours. La géologie, c'est l'histoire de la « formation du globe terrestre ; c'est, par « conséquent, une science de faits. Or, ces « faits attestent que le globe a éprouvé des « révolutions qui ont produit de grands « changements à sa surface : donc l'histoire « écrite, puisqu'elle n'est pas restée muette « sur ces grandes révolutions, fait partie « de la géologie.....

« La géologie se compose donc nécessai- « rement de deux parties très-distinctes, et « de nature différente. La première com- « prend les faits géologiques constatés par « l'observation : c'est la partie positive de « la science. La deuxième comprend les « faits de l'histoire écrite relatifs aux révo- » lutions qui ont dû produire quelque chan- » gement à la surface du globe, et qui sont « le fondement sur lequel reposent néces- « sairement les théories explicatives des « faits géologiques..... Quelque opinion que « l'on ait sur l'histoire, il y a toujours un « abîme sans fond entre un *fait historique* « et une *hypothèse imaginaire :* en sorte « qu'on ne saurait jamais hésiter à donner « la préférence au premier plutôt qu'à la « seconde, quand on est à faire un choix....,

« Que les faits géologiques soient parfai- « tement conformes aux récits bibliques, et « que le récit de Moïse soit parfaitement « conforme aux phénomènes géologiques, « c'est ce qu'on est forcé d'admettre en s'é- « clairant du flambeau des sciences phy- « siques. »

« Et voici disparaître, à la clarté de ce triple flambeau, géologique, biblique et physique, toutes ces interminables époques ; voici s'évanouir toutes ces absurdes créations successives, du moins parfait au plus parfait ; voici se renverser tous ces échafaudages de Titans ; voici qu'il ne reste plus qu'une géologie biblique et croyante qui me clame :

Accipio, agnoscoque Deum.

« Eh ! oui : dans cette géologie, je trouve le tout-puissant Créateur ; je trouve à chaque page, à chaque phénomène, celui auquel l'école géologique n'accorde qu'une *bien minime place* quand elle n'ose pas l'exclure tout à fait de la création !

« Cependant, dans la crainte que le bonheur que me procure cette géologie biblique ne me fascine, j'ai l'honneur de prier M. l'abbé Migne et MM. les rédacteurs de la *Voix de la Vérité*, l'unique journal du presbytère, je les prie de faire examiner le livre que j'indique et de lui donner ainsi, aux yeux du clergé, un caractère d'orthodoxie, qui pourrait ouvrir les yeux à des géologues égarés par l'école géologique, qui n'est rien moins qu'orthodoxe. Je demande cette bienveillance, je dis plus, ce service important, au nom de tous nos confrères qui étudient ou qui étudieront la géologie, cette seconde *Genèse* sacerdotale.

« Voici ce livre : *Eléments de géologie, mis à la portée de tout le monde*, offrant la concordance des faits géologiques avec les faits historiques, tels qu'ils se trouvent dans la Bible, les traditions égyptiennes et les fables de la Grèce, par L. A. Chaubard. »

Lettre première à M. l'abbé B.

Monsieur l'abbé,

Ce n'est que depuis quelques jours que

j'ai eu occasion de lire la lettre que vous avez adressée à M. le directeur de la *Voix de la Vérité*, et qui a été insérée dans ce journal le 26 mai dernier, sous le titre : *Géologie*.

C'est venir un peu tard vous répondre, je l'avoue et je le regrette ; mais la réponse que vous sollicitez ne vous ayant pas été faite encore, que je sache, les questions que vous soulevez auront aujourd'hui le même intérêt qu'elles avaient il y a six semaines, et les observations que j'aurai l'honneur de vous soumettre n'auront rien perdu de leur à-propos, si elles donnent lieu, comme je l'espère, à une conclusion satisfaisante tout à la fois pour la science et pour la religion.

Oui, Monsieur, le prêtre est essentiellement l'homme de la science ; et la géologie, qui se rattache à presque toutes les branches des connaissances humaines, pourrait être considérée, suivant votre expression, comme la *seconde Bible*, Bible, il est vrai, pleine d'obscurités, de mystères, d'incertitudes, surtout lorsque, de l'observation des faits, elle tente de s'élever à des considérations théoriques, qu'elle recherche les causes et veut remonter aux lois qui ont produit les innombrables phénomènes qu'elle étudie.

Vous ne l'ignorez pas, Monsieur, et votre perplexité était grande, c'est vous-même qui nous l'apprenez, quand vous vouliez faire un choix au milieu des mille et une théories qui prétendent expliquer le monde. « Le prêtre, dites-vous, ne peut adopter que celle-là qui est l'explication de la Bible, qui se présente comme le prisme de la révélation. »

Sans doute, Monsieur ; mais cette théorie-là, où est-elle ? existe-t-elle ? Quel est le système géologique qui explique la Bible ? Si le texte biblique lui-même ne présentait point de difficultés, s'il n'était susceptible d'explications diverses, en d'autres termes, si le sens en était clairement, incontestablement déterminé, il ne resterait plus qu'à lui comparer les découvertes, les investigations de la science, à écarter tout système qui n'y serait pas conforme et à adopter celui qui n'en serait que comme le commentaire.

Mais est-on d'accord sur le sens du premier chapitre de la *Genèse* ? Vous le savez, aucune partie des livres saints n'a donné lieu à plus d'explications systématiques, contradictoires, bizarres. Au milieu des découragements que vous nous dites avoir éprouvés en vous livrant à l'étude de la géologie et de ses systèmes, vous aspiriez à *rencontrer un géologue d'accord avec Moïse, une géologie sœur de la Bible*. Ceci ferait supposer que vous savez parfaitement à quoi vous en tenir sur l'interprétation du texte biblique relatif à la création, qu'il suffit de prendre chaque système l'un après l'autre et de le comparer avec l'histoire de Moïse pour être en état de se décider pour ou contre ce système. Eh bien ! évidemment une telle comparaison n'est possible qu'autant qu'il ne reste aucun doute sur l'interprétation de la *Genèse* : or, il n'y a personne qui se puisse flatter de donner cette interprétation avec certitude : d'où je conclus qu'il n'est pas si facile de reconnaître si telle ou telle théorie est conforme ou opposée à la Bible. Il est bien entendu que je ne parle pas ici de ces théories qui repoussent toute intervention d'un créateur, ni même de celles qui, sans être matérialistes, renfermeraient quelque proposition évidemment contraire à l'enseignement catholique.

« Dieu soit loué ! vous écriez-vous. Le hasard, cet *incognito* de la Providence, vient de me faire rencontrer l'un et l'autre. » C'est-à-dire que vous venez de trouver un *géologue d'accord avec Moïse, une géologie sœur de la Bible*. C'est là, vraiment, Monsieur, une très-remarquable découverte, et le monde savant orthodoxe vous doit bien des félicitations. « Eh bien ! oui ! ajoutez-vous, je viens de rencontrer un géologue et une géologie qui pensent et qui enseignent comme pensait et enseignait Moïse, il y a tantôt quatre mille ans ! » Voilà assurément le plus magnifique éloge qu'il fût possible de faire d'un livre qui n'aurait pas été écrit sous l'inspiration de l'Esprit-Saint lui-même. Penser et enseigner comme pensait et enseignait Moïse écrivant la *Genèse* ! C'est être plus heureux, plus savant que tous les saints Pères, plus que tous les théologiens et interprètes de l'Écriture depuis dix-huit siècles. Votre découverte est un véritable événement, et vous avez bien raison de vous écrier avec l'immortel auteur des *Géorgiques* ;

Felix qui potuit rerum cognoscere causas !

Oh oui ! trois et quatre fois heureux le livre et l'auteur que vous avez découverts, qui pensent et enseignent comme pensait et enseignait Moïse traçant, il y a tantôt quatre mille ans, l'histoire des *générations du ciel et de la terre*.

Après cette découverte, je conçois que vous ne soyez point complétement satisfait du troisième volume du *Cours d'Ecriture sainte* publié par M. l'abbé Migne. Ce volume renferme un excellent travail sur les systèmes géologiques dans leurs rapports avec la *Genèse*. Les questions nombreuses et ardues que soulève ce savant exposé, sont traitées avec une grande sagesse et avec toute la réserve que commandent tant de difficultés qui se présentent en cette matière et du côté de la Bible et du côté de la science. Mais on ne s'y flatte point d'avoir trouvé ni le vrai sens de la *Genèse*, ni le seul système géologique qui soit en harmonie avec le sublime livre de Moïse. Cela n'empêche pas ce travail d'avoir toute la perfection dont il était susceptible quand il parut, et lorsque nous aurons examiné ensemble l'ouvrage dont vous avez eu le bonheur de faire la découverte, peut-être conviendrez-vous vous-même qu'il n'y faut rien changer encore aujourd'hui.

Agréez, etc.

Lettre deuxième.

Monsieur l'abbé,

C'est pour moi, vraiment, une situation pénible de me trouver conduit à combattre les opinions de l'honorable M. Chaubard. J'éprouve toutes les répugnances de cette position singulière, et je ne serais certainement point entré dans cette discussion si vous ne l'aviez pas provoquée, si vous n'aviez pas désiré savoir ce que pense du livre de M. Chaubard les rédacteurs de la *Voix de la Vérité*. Toutefois vous n'aurez point leur avis collectif à cet égard. En cette matière difficile, chacun conserve sa liberté d'opinion : *In dubiis libertas*. Vous avez bien le droit, de votre côté, de vous en tenir au sentiment que vous aurez adopté. En effet, que vous préfériez le roman géologico-biblique de M. Chaubard à celui des *jours-périodes* de l'école de Cuvier, ou à la théorie de Buckland, ou à tout autre système, conçu dans le but de concilier les découvertes de la science avec la *Genèse*, à cela je ne vois pas un bien grand inconvénient. Tous ces systèmes sont passibles de graves et nombreuses objections; celui qui en présente le moins paraît naturellement devoir être préféré; tous sont incertains au point de vue de la *Genèse*, dont le sens n'a pu être jusqu'ici déterminé d'une manière péremptoire et définitive.

Pourquoi donc venir troubler *le bonheur que vous procure la géologie biblique* dont vous avez fait la découverte?.... C'est que vous avez élevé au rang de *géologie biblique*, de géologie *qui pense et enseigne comme pensait et enseignait Moïse*, un système qui n'est qu'un système comme un autre, beaucoup moins satisfaisant, selon moi, que plusieurs autres; c'est que vous appelez *absurde* une opinion que vous étiez parfaitement libre de rejeter sans doute, mais qu'il ne convient cependant de traiter qu'avec les égards et les ménagements que l'on doit aux savants d'une parfaite orthodoxie qui l'ont proposée ou adoptée. Eh bien! pour mon compte, dans l'état actuel de la science, je ne puis reconnaître pour définitive aucune théorie explicative des phénomènes et des lois du monde physique dans ses rapports avec l'histoire de la *Genèse;* d'un autre côté, je tiens à défendre un sentiment en lui-même fort plausible et les géologues éminents qui l'ont émis. Voilà mes griefs et les raisons qui m'ont fait prendre la plume.

Je ne m'arrêterai pas à faire observer la mauvaise humeur avec laquelle est écrit l'ouvrage de M. Chaubard. Cuvier y est traité d'*écolier* sur des points qui étaient le plus de sa compétence; ses travaux et ceux de son école, au dire de l'auteur, foisonneraient d'absurdités; peu d'illustrations scientifiques trouvent grâce au tribunal de ce juge sévère, qui tranche et décide avec un imperturbable aplomb les questions les plus difficiles, qui qualifie de *ridicules* des opinions soutenues par l'universalité des savants de tous les pays.

A l'entendre, on dirait que la science, victime du charlatanisme des coteries, est bannie avec la bonne foi des ouvrages de géologie, et qu'elle ne se trouve que dans son livre où les hypothèses les plus hasardées, les plus invraisemblables, sont présentées avec une assurance que rien ne déconcerte. On voudrait plus de modération, de justice et de réserve dans un livre qui remue les questions les plus obscures et les plus élevées qu'on puisse se proposer. Il semble que c'était le cas d'être et plus indulgent et moins affirmatif.

Le système de M. Chaubard peut se résumer en trois mots. L'auteur reconnaît trois grands cataclysmes auxquels il rapporte l'évolution du globe terrestre : le premier de ces cataclysmes serait mentionné au deuxième verset du premier chapitre de la *Genèse*, lequel nous représente la terre et ses éléments dans la plus complète confusion; ce serait l'époque de la formation des terrains primitifs ou cristallisés, granit, etc.

Le deuxième cataclysme est celui du déluge mosaïque, époque de la formation des terrains stratifiés, transitaires, secondaires et tertiaires.

Le troisième cataclysme est le déluge de Deucalion, auquel M. Chaubard attribue les terrains de transport, qui, sur les bords de la mer Glaciale, recèlent les grands mammifères des contrées équatoriales, les brèches osseuses, etc.

Ainsi M. Chaubard est *neptunien*. Suivant lui, les terrains cristallins se sont formés dans l'eau. A tort ou à raison, cette opinion est depuis longtemps abandonnée par les géologues et les chimistes de tous les pays. Je pourrais citer ici un nombre prodigieux de faits dont on s'appuie pour démontrer que les roches cristallines, qui toutes sont formées par des silicates extrêmement variés et mélangés entre eux, ont été produites par la voie ignée; que ce sont elles qui, à différentes époques, ont disloqué, soulevé, bouleversé tous les dépôts de sédiment, en ont modifié la masse de toutes les manières (métamorphisme, etc.), et que c'est à ces grands phénomènes que sont dus et tout le désordre apparent qu'on observe à la surface du globe, et tous les changements successifs dont on aperçoit les traces à chaque pas. De plus, les expériences de M. Gregory Watt sur le refroidissement lent des corps en fusion, celles de sir James Hall sur la reproduction artificielle des roches cristallines en portant à une température très-élevée sous une forte pression les éléments pulvérisés de ces mêmes roches, enfin celles plus récentes de M. Berthier et de Mitscherlich sur la production des cristaux artificiels par la fusion de leurs éléments constitutifs pris en proportions définies, ont donné une nouvelle force à l'opinion qui attribue l'origine des roches cristallisées au pouvoir liquéfiant de la chaleur.

M. Chaubard a beau appeler *absurde*, *intolérable*, etc., la dénomination de roches *ignées* ou *plutoniques*, elle n'en a pas moins

prévalu universellement dans la science. Vous savez, Monsieur, en qu'els termes peu courtois il parle, à la page 98, de ce qu'il appelle la *coterie plutonienne*, et vous avez remarqué à quel propos. *Ces grands seigneurs de la science*, comme il les désigne, *qui la traitent comme les seigneurs au temps jadis traitaient une vassale, en vilaine*, s'étaient avisés de lui demander ce qu'était devenue la prodigieuse masse d'eau qui tenait en solution la matière élémentaire du globe : cela le fâche; lui qui ne trouve aucun embarras à débrouiller le chaos, sait avec certitude que cette matière n'y était point en solution, et que par conséquent la grande masse d'eau supposée n'ayant point été nécessaire, il n'y a pas lieu de rechercher ce qu'elle a pu devenir (59). Vous conviendrez, Monsieur, qu'il y a bien peu d'à-propos à nous entretenir de *roueries voltairiennes*, de *coterie plutonienne*, d'*encyclopédiens*, etc., à l'occasion d'une doctrine qui a pour elle depuis longtemps l'unanimité des savants, parmi lesquels se trouvent des hommes d'une orthodoxie non moins incontestable que leur génie.

Embarrassé par les phénomènes plutoniques, M. Chaubard suppose deux choses : la première, qu'après une certaine profondeur tout le reste du noyau du globe n'est qu'un immense amas de matière minérale à l'état de fluidité pâteuse analogue à la fusion ignée; la seconde, que la chaleur augmente progressivement d'intensité de la superficie au centre, c'est-à-dire de un dégré au moins pour chaque trente mètres de profondeur.

Il attribue cette chaleur intérieure à la compression et non à l'incandescence originelle de la planète. Mais que cette chaleur soit due à la compression ou à l'incandescence originelle du globe, les résultats en doivent être absolument les mêmes, c'est-à-dire qu'au centre de la terre, les matières minérales seront à un état de fluidité ignée d'au moins 250,000 degrés centigrades. Toutes les difficultés que M. Chaubard prétend opposer à l'hypothèse plutonienne se retournent donc contre son propre système. Parlant de la première : « Qui est-ce qui oserait affirmer, dit-il, que la croûte solide du globe aurait assez d'épaisseur et assez de force de cohésion pour résister à l'effort effroyable et continuel que feraient ces matières expansives pour se dilater?

« En vérité, ajoute-t-il, il faudrait renoncer au sens commun pour adopter une hypothèse qui aboutit à une aussi monstrueuse conséquence. » Soit! mais vous n'y échappez pas vous-même, à cette *monstrueuse conséquence*, puisque vous admettez que la chaleur augmente progressivement d'intensité de la superficie au centre, et votre hypothèse reste passible de toutes les objections que l'on peut faire contre la théorie du feu central.

Nota. — On trouvera ces objections à l'article FEU CENTRAL de ce *Dictionnaire*.

Lettre troisième.

> Turpiter labimur, si intelligentia nostra, quæ tenuissima est, divinæ sapientiæ modum pervestigare et definire velimus.
> (MARCHINI, *Prolegomena Scripturæ sacræ*, pars I, art. 3.)

Monsieur l'abbé,

Dans le système que nous examinons, les terrains de cristallisation ont été formés dans l'eau. « Qu'est devenue la masse d'eau qui couvrait alors le globe, se demande l'auteur lui-même? On en sait rien, répond-il; l'histoire est muette sur ce point, ou du moins le peu qu'elle nous en dit est loin d'être satisfaisant. » (P. 80.) Toutefois M. Chaubard, qui a trouvé tant de choses dans le 2e verset du 1er chap. de la *Genèse*, ne pouvait pas se contenter de cette réponse. Voici l'expédient qu'il imagine : La terre se met tout à coup à tourner sur son axe! alors cette grande machine, peu solide encore, craque, se rompt, s'affaisse ici, se soulève plus loin, et l'immense masse des eaux s'arrange tellement quellement des bassins qui lui sont creusés. Mais « la Bible, ajoute l'auteur, n'a pu nous apprendre ni pourquoi ni comment cela s'est fait ainsi... Elle s'est contentée de dire que la volonté de Dieu a fait rassembler l'eau dans le bassin des mers, ce qui est toujours vrai au fond et suffit à ceux qui, étrangers aux méfiances scientifiques, ne s'imaginent même pas qu'il puisse y avoir là autre chose que ce que leur esprit peu cultivé y voit. » (P. 201.) Nous verrons plus tard, quand nous serons au déluge de Moïse et à celui de Deucalion, tout le rôle que joue ce mouvement du globe tournant ou s'arrêtant sur son axe pour la grande commodité du système de M. Chaubard.

Ce géologue, dans la plus louable intention, voulant faire accorder la science avec la Genèse, a donné son explication du texte de celle-ci, à l'exemple de tous ceux qui ont imaginé un système géogénique et ont voulu l'appuyer sur le livre sacré.

Suivant son interprétation, le mot hébreu *bara, creavit* (*Gen.* I, 1), *ne se rapporte point à une création du premier jet, mais bien à une création par condensation des molécules créées; condensavit*, selon le texte samaritain. (P. 54.) Ce serait la condensation d'éléments déjà créés, mais non une création de rien, ce qui ferait supposer un acte divin antérieur pour la création des éléments.

(59) Ces eaux primitives, qui enveloppaient la matière chaotique, étaient-elles en mouvement? M. Chaubard répond, à la page 79, qu'il « est probable que le silence de l'historien sacré est moins une omission qu'un avertissement tacite que les eaux dans lesquelles se déposaient les terrains primitifs étaient à peu près tranquilles. » A la page 106, il prétend que « la probabilité est toute en faveur du mouvement. » Qu'elles fussent « en mouvement » ou à peu près tranquilles, qui le sait, qui peut le dire? Ne vaudrait-il pas bien mieux confesser notre ignorance que de nous jeter ainsi dans mille interprétations aventureuses, au risque de mettre nos pitoyables rêveries à la place des sublimes réalités que Moïse n'a pas cru devoir nous révéler?

Il traduit ainsi le deuxième verset : « La terre était de la matière brute à son dernier point de division, et ténèbres; tout autour était un abîme liquide, et l'essence de Dieu ou l'immensité de l'espace, se déployait au-dessus des eaux. »

Il commente : « L'expression *inanis et vacua* de la Vulgate ne rend en aucune manière le sens précis du texte, et ces mots ont fait jusqu'à présent le désespoir de tous les interprètes, parce qu'ils se sont tous évertués à y chercher une autre idée que celle qu'ils expriment. »

La terre... était... ténèbres... M. Chaubard commente : « Ce mot paraît n'avoir été bien compris par aucun interprète... Dans la philosophie de la Bible, la lumière calorique étant la vie, il s'ensuit que la négation, l'absence de la vie, sont les ténèbres. Ainsi la Bible veut dire par là que la matière moléculaire était sans être, sans vie. »

Et l'essence de Dieu ou l'immensité de l'espace se déployait au-dessus des eaux... Commentaire : « La philosophie profane verra dans ces mots l'immensité de l'espace, tandis que la philosophie religieuse y voit Dieu remplissant l'univers par sa présence.... Plusieurs commentateurs, n'ayant point compris le sens de ces paroles, sont tombés en les expliquant dans une puérilité respectable sans doute en sa source, mais ridicule au fond. Ils nous dépeignent l'esprit de Dieu, comme l'Esprit-Saint étendu sur les eaux comme une poule sur ses œufs et les fécondant (60).

« Le sens de ce verset est bien autrement instructif : il nous apprend que le globe terrestre est suspendu dans l'espace, vérité que la science profane n'est parvenue à expliquer qu'à la faveur d'une hypothèse toute gratuite, l'attraction de Newton. »

Est-ce là, Monsieur l'abbé, ce que vous appelez « l'interprétation communément admise de la *Genèse?* » Alors cette *interprétation commune* date de M. Chaubard, car vous voyez que, pour les deux premiers versets seulement, on y a, selon lui, compris peu de chose jusqu'ici.

Est-il convenable de faire parler à Moïse la langue de nos sciences modernes, la langue de la chimie, par exemple? Ainsi n'y a-t-il point un peu de subtilité à donner au mot *condensuvit* l'acception chimique, c'est-à-dire à admettre que Moïse a entendu désigner par ce mot les lois de la cohésion et de l'affinité atomique qui régissent les corps dans l'ordre de choses actuel? Ou bien plutôt ce mot ne signifierait-il point simplement *donner du corps, de la consistance, solidifier*, et par extension *faire, créer* et *créer de rien?* En définitive, il faut bien en revenir à ce dernier sens, qui est celui de l'hébreu et de la Vulgate. Mais quand on admettrait qu'au commencement Dieu « créa par condensation chimique le ciel et la terre, » ce sens ne serait pas plus favorable aux partisans de la voie aqueuse qu'à ceux de la voie ignée, car ces derniers entendent bien aussi que le Créateur procéda en condensant, par le refroidissement, les éléments des planètes, qui, originellement, auraient été à l'état gazeux ou nébulaire, opinion aujourd'hui généralement soutenue.

M. Chaubard dit lui-même : « La chimie, science de nos jours, nous montre tous les corps solides se formant par la condensation de leurs molécules élémentaires; et l'astronomie, à l'aide d'instruments récemment perfectionnés, nous fait remarquer maintenant que les étoiles nébuleuses ne sont évidemment que des corps célestes comme les autres, dont les molécules élémentaires ne sont condensées qu'imparfaitement, soit qu'il n'entrât pas dans les desseins de la Toute-Puissance créatrice qu'elles le fussent entièrement, soit parce que le temps de leur perfection n'est pas encore arrivé. » C'est ce que M. Chaubard appelle une *opinion classique*. Je le veux bien, mais il ne paraît point que le Créateur procède pour les nébuleuses comme il aurait fait pour la terre, ni qu'il les tienne immergées dans l'eau pour les condenser. On pourrait aussi induire des paroles de M. Chaubard qu'il y a une sorte de perfectionnement progressif dans l'évolution des mondes, que Dieu ne les forme point tout d'un jet, mais les façonne, les élabore, pour ainsi dire, en les faisant passer par de longues séries de révolutions. Mais vous avez déjà exprimé votre antipathie pour les *créations successives;* nous nous abstiendrons d'en parler aujourd'hui.

Passons au deuxième verset. Êtes-vous bien satisfait, Monsieur, de la traduction et du commentaire de M. Chaubard? « La terre était de la matière brute, à l'état de molécules élémentaires et ténèbres (c'est-à-dire sans vie); tout autour (était) un abîme liquide et l'essence de Dieu (ou l'immensité de l'espace) se déployait au-dessus des eaux. »

Est-ce là, je le demande encore, *l'interprétation communément admise de la Genèse?*

« La terre était de la matière brute à l'état de molécules élémentaires... » L'auteur de la Vulgate ne paraît point avoir eu cette idée en traduisant par *terra erat inanis et vacua*, « la terre était dans un état de confusion et de vide, » suivant le sens de l'hébreu *tohu bohu*, traduit en grec par *chaos* qui a une signification vague et sans précision, comme pour indiquer le naufrage et la ruine d'un monde antérieur.

Les Septante ont traduit par deux mots grecs, dont le premier signifie *enveloppée de ténèbres*, et le second *démeublée, dégarnie,*

(60) Les Egyptiens avaient traduit hiéroglyphiquement ce deuxième verset de la *Genèse* par l'épervier ou le vautour, oiseau qui vole en tournoyant dans les airs, et choisi par eux en conséquence pour l'emblème de l'esprit générateur qui volait en tournant sur la face des eaux; puis par le bélier, placé au-dessous, symbole du fort, de Dieu, et enfin par quatre têtes de serpent (emblème des eaux chez tous les peuples de l'Orient), qui étaient placées sous les quatre pattes du bélier.

ou *sans art*, *sans ornement* (ἀόρατος καὶ ἀκατασκεύαστος.)

M. Chaubard, pour appuyer sa traduction, rappelle un passage de Jérémie (IV, 23) « où ces mêmes expressions, dit-il, sont employées pour peindre une contrée complétement ravagée. »

Ce rapprochement ne me paraît point heureux pour le sentiment de M. Chaubard; le globe terrestre a pu être *dérasté* par les eaux comme l'est une contrée par l'ennemi qui l'envahit, mais *réduit à l'état moléculaire* serait une exagération que le lecteur qualifiera.

Et ténèbres (c'est-à-dire sans vie); *tout autour était un abîme liquide*..... La Vulgate traduit : *Tenebræ erant super faciem abyssi.* Il existe ici entre les deux traductions une différence notable. L'un des traducteurs se trompe, ou le texte original est d'une bien grande obscurité. Suivant M. Chaubard, les *ténèbres* signifient ici, « la négation, la privation de l'être, de la vie, » et il prétend que ce mot « n'a été bien compris par aucun interprète, » Cela veut dire, ajoute-t-il, que « la matière moléculaire était sans être et sans vie. »

Qu'est-ce que de la matière moléculaire sans être et sans vie?

Mais si *ténèbres* signifie *sans être*, *sans vie*, au deuxième verset, ce mot change donc tout à coup de signification au quatrième et au cinquième verset, où Moïse se traduit lui-même, en disant que Dieu sépara la lumière des ténèbres, et appela lumière, jour, et ténèbres, nuit? Ici les termes paraissent d'une parfaite clarté. Toutefois ce sont autant d'énigmes véritables, car, d'après M. Chaubard, « la lumière n'est pas un fluide, c'est un agent incorporel, c'est la vie, l'être, notre agent chimico-électro-magnétique, enfin, l'action de Dieu sur la matière. Qu'est-ce que la vie? se demande-t-il. La révélation nous répond que la vie c'est ce que les hommes appellent lumière et chaleur. » C'est ainsi qu'il traduit et entend le quatrième verset du premier chapitre de l'*Evangile de saint Jean*. « Le *lux hominum* c'est ce que nous appelons la lumière, c'est-à-dire le phénomène physique, dit lumière émanant de la parole divine... lumière incréée, car il n'y a rien de créé en Dieu; on doit donc entendre, continue-t-il, par lumière phénoménique, l'action de Dieu ou de la parole divine sur la matière, se manifestant à nos yeux par un phénomène (61). »

Ainsi au quatrième verset, Moïse séparerait le *non-être* ou les *ténèbres*, de l'*être*, de la *vie*, ou de la *lumière*, puis, au verset suivant, il appellerait la lumière *jour* et les ténèbres *nuit*. Mais pourquoi ce quatrième et cinquième verset? Dans l'explication de M. Chaubard, ils paraissent tout à fait inutiles. Car, « dès qu'à la voix du Tout-Puissant, » c'est M. Chaubard qui parle, « la lumière se fut manifestée dans l'univers, c'est-à-dire dès que l'agent électro-chimico-magnétique eut paru, il pénétra tout, et tout se trouva animé soit de la vie inorganique, soit de la vie organique. »

Dès lors, qu'est-ce que *séparer* le *non-être* de l'*être*, le *néant* de la *vie*? Cette séparation n'était-elle pas déjà faite, au troisième verset, lorsque Dieu dit : « Soit la lumière calorique, et fut la lumière calorique, c'est-à-dire l'agent électro-chimico-magnétique? » (C'est M. Chaubard qui traduit et qui commente.) Puis, qu'est-ce que ce nom de *jour* donné à l'*être*, à la *vie*, à la *lumière*, et celui de *nuit* donné au *non-être*, aux *ténèbres*? Ces mots, *jour* et *nuit*, du cinquième verset, paraissent avoir embarrassé M. Chaubard qui ne les explique nulle part. On comprend cet embarras.

Notre auteur traduit ainsi la fin de ce cinquième verset : *Telle fut la fin, tel fut le commencement, journée une* (ou *première œuvre*).

La Vulgate dit : « Le soir et le matin formèrent un jour. »

« Il est bien évident, assure M. Chaubard, que l'on ne peut traduire les mots *vespere* et *mane* par *soir* et *matin*, puisque le soleil et la lune n'avaient pas encore été tirés du néant. » On s'y trompait, je crois, au moins depuis saint Jérôme.

Journée une. « Le mot hébreu traduit par *jour* signifie aussi *journée*, *période de temps*, *manifestation phénoménique* ou *œuvre*..... — *premier*, *un*. D'abord, le soleil n'étant pas encore créé pour régler le jour et la nuit, il n'y avait point alors de jour proprement dit. En second lieu, en traduisant par *premier*, on semble dire que ce fut là la première création de Dieu, ce qui est faux, puisque la création des anges, dont il n'est point ici parlé, avait déjà eu lieu. Donc il faut traduire *un* et non par *premier*. » (P. 63.)

Revenons au deuxième verset.

Tout autour était un abîme liquide... — Je ne puis décider ici lequel de M. Chaubard ou de la Vulgate a le mieux entendu ou traduit l'original. Toutefois je me hasarde à demander *autour* de quoi *était cette abîme liquide?* Autour de la terre? Mais il n'y avait pas de terre, il n'y avait que des *molécules élémentaires*, et encore des molécules élémentaires *ténèbres*, c'est-à-dire *sans être*, *sans vie*, des molécules élémentaires dépourvues des propriétés qu'on leur connaît aujourd'hui, c'est-à-dire sans aucune tendance à la cohésion ou à la combinaison, puisque la loi d'attraction moléculaire ou d'affinité chimique n'existait pas. Qui peut dire ce que c'est

(61) Cette philosophie, dit M. Chaubard (p. 61), qui ne ressemble à aucun des systèmes émis jusqu'à présent, paraît devoir être d'une fécondité inattendue. Par le secours des données qu'elle fournit, on peut maintenant se flatter de parvenir à donner une théorie complète de l'homme et de l'univers... Afin de montrer au lecteur, par un exemple, qu'on ne lui en impose point ici, on va lui donner la théorie relative à la transmission de la vie ou de la génération, l'un des plus grands mystères de la science profane. » Et M. Chaubard, dans quelques lignes, nous donne ce qu'il appelle la théorie de la vie avec aussi peu d'embarras que s'il s'agissait de vous dire : Mon ami, buvez un verre d'eau fraîche.

que des molécules dans des conditions en dehors de toutes nos expériences, comment elles pourraient être *entourées d'eau?* On peut pourtant supposer que des *molécules élémentaires* seraient elles-mêmes un liquide, un gaz, une vapeur, et on ne voit pas qu'elles puissent être autre chose avant la cohésion. Ainsi un liquide *aurait entouré* un liquide ou quelque chose de plus fluide encore. On peut demander pourquoi les eaux *entourent* la terre où les molécules élémentaires et non celles-ci les eaux, ou pourquoi il n'y a pas plutôt mélange ou encore diffusion de tous ces éléments dans l'espace, car la loi d'attraction n'existait pas, et par conséquent il n'y avait pas pesanteur.

Mais que parlons-nous de *liquide, d'eau, qui entoure?* Il n'y avait pas d'eau. L'eau est un protoxyde d'hydrogène, c'est-à-dire un composé d'oxygène et d'hydrogène en proportions définies (de 2 d'hydrogène et de 1 d'oxygène en volume, d'une partie d'hydrogène et de huit parties d'oxygène en poids). Or, puisque les lois de cohésion et d'affinité n'existaient pas, puisqu'elles n'ont été créées qu'au troisième verset, ces deux gaz n'étaient pas combinés, par conséquent il n'y avait pas d'eau. M. Chaubard le reconnaît : *Toutes les eaux de notre monde*, dit-il, *ou au moins les éléments dont elles se composent*..... Nul moyen d'hésiter, il n'y avait pas d'eau, il ne pouvait y en avoir dans la théorie de notre auteur; il n'y avait que deux gaz, l'hydrogène et l'oxygène, qui *entouraient* un je ne sais quoi qui n'a de nom dans aucune langue, car nul ne peut dire ce que c'est que des molécules ou des atomes de matière en dehors de toutes les conditions connues.

Et l'essence de Dieu (ou l'immensité de l'espace) se déployait au-dessus des eaux... La Vulgate traduit : *Spiritus Dei ferebatur super aquas*. Nous avons vu plus haut le commentaire de M. Chaubard sur ces paroles. Par *spiritus Dei* on entend communément un vent violent, le nom de *Dieu*, après certains substantifs, indiquant souvent un superlatif dans le langage de l'Ecriture, comme *montes Dei*, de hautes montagnes, etc. Ce sens se présente naturellement et favorise l'opinion qui ne voit dans le deuxième verset que la dernière grande catastrophe qui a changé la face de notre globe et a été suivie de la création des espèces animales et végétales qui en sont maintenant les habitants. Nous avons dit comment les Egyptiens avaient traduit hiéroglyphiquement ce verset qui contient en quelques mots la peinture de l'antique chaos, restée plus ou moins défigurée dans la tradition des peuples d'Orient, particulièrement chez les Egyptiens auxquels les philosophes et les poëtes de la Grèce l'ont empruntée.

M. Chaubard trouve *bien autrement instructive* cette dernière partie du deuxième verset. « Ces mots, dit-il, nous apprennent que le globe terrestre est suspendu dans l'espace... Vérité à laquelle la science profane n'est arrivée que fort tard. »

Comment M. Chaubard traduirait-il donc ce vers d'Ovide :

Nec circumfuso pendebat in aere tellus,
Ponderibus librata suis. (*Metam.*, l. 1.)

Nous ne pousserons pas plus loin l'examen de cette interprétation des premiers versets de la *Genèse* par M. Chaubard. Nous soumettons respectueusement nos observations à des lecteurs plus versés que nous dans cette matière, qu'ils décident. Nous terminerons par une simple réflexion.

Ce ne doit être, selon nous, qu'avec une extrême réserve qu'il convient d'interpréter le sublime livre de la *Genèse*, jamais de ce ton affirmatif et tranchant que l'on remarque dans les livres de certains savants, d'ailleurs bien intentionnés, de notre époque. Il serait sage surtout de ne pas se hâter de prêter à Moïse nos opinions subtiles, nos idées théoriques modernes, dans la crainte que nos explications ne soient démenties le lendemain. L'histoire des vicissitudes de la science, de la géologie en particulier, de ses variations, de ses innombrables systèmes, doit être pour le savant qui tente de nouvelles théories, un avertissement d'être discret et réservé, de ne présenter ses idées qu'avec une prudente circonspection, quand il s'agit de les appuyer sur le livre sacré.

Sans remonter jusqu'au moyen âge, nous voyons, depuis le milieu du XVII^e^ siècle jusqu'à la fin du XVIII^e^, la science marcher aussi souvent en sens rétrograde qu'en sens progressif. On remarque des retours fréquents à des erreurs plusieurs fois combattues, et l'abandon de certaines opinions aussi judicieuses que saines pour des idées de la dernière absurdité. Il n'est pas rare de voir les argumentations les plus futiles, les hypothèses les plus chimériques, les systèmes les plus extravagants imaginés et soutenus par des hommes d'un talent reconnu. Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à lire les ouvrages du Danois Stenon, des Italiens Scilla, Quirini, Vallisneri, Moro, Generelli, etc.; des Anglais Plot, Lister, Hooke, Ray, Woodward, Burnet, Whiston, Hutchinson, Michell, Calcott, Whitehurst, Hutton, Playfer, William Smith, etc.; des Allemands Lehman, Gesner, Raspe, Fuchsell, Werner, Kirwan, etc.; des Français Buffon, Desmarest, Dolomieu, Montlosier, etc.; du Génevois Deluc, etc.

Je ne dis rien des questions débattues par nos contemporains dans la première moitié de ce siècle, lequel ne paraît pas devoir être moins fécond que les précédents en théories nouvelles, en controverses ardentes; il semble qu'il n'en puisse être autrement toutes les fois qu'on abandonne l'observation ou la partie positive de la science, pour se livrer aux généralisations et aux recherches spéculatives.

L'esquisse des progrès de la géologie n'est autre chose que l'histoire d'une lutte perpétuelle et violente entre des opinions nouvelles et des doctrines anciennes, qui, sanctionnées par la foi implicite de plusieurs générations, sont censées reposer sur l'au-

torité des saintes Ecritures. Le système de M. Chaubard est renouvelé des théories physico-théologiques de Woodward, Whiston et autres neptunistes, combattus avec tant de force par d'autres savants, leurs contemporains, et tournés en ridicule principalement par les géologues d'Italie, tels que Vallisneri, qui fit remarquer, dans ses commentaires sur la théorie woodwardienne, combien les intérêts de la religion, aussi bien que ceux de la saine philosophie, avaient souffert du mélange continuel des saintes Ecritures avec des questions relatives à la physique; Moro, qui eut en géologie des idées si judicieuses pour son temps; et surtout le frère carme Generelli, commentateur de Moro.

« Il est souverainement déraisonnable, dit ce savant religieux, de mettre en jeu la Divinité au gré de nos caprices et de lui faire faire des miracles pour le seul plaisir de confirmer nos hypothèses prématurées. Très-savants académiciens, ajoute-t-il, j'ai en horreur tous ces systèmes qui, bâtis en l'air, ne peuvent se soutenir sans miracle. » (*De Crostacei e di altre produz. del mare*, etc., 1749.) Et il se flatte d'expliquer sans violence, sans fictions, sans hypothèses, sans miracles (*senza violenze, senza finzioni. senza supposti, senza miracoli* [Id., *ibid.*]) comment les animaux marins ont été transportés par des causes naturelles dans les montagnes.

Mais j'oublie que ce n'est pas ici le lieu de faire l'histoire de la géologie et de ses mille systèmes. Nos causeries sont interminables et il me semble entendre le lecteur fatigué nous répéter avec le berger de Virgile :

Claudite jam rivos, pueri, sat prata biberunt.

Agréez, monsieur l'abbé, etc.

Lettre quatrième.

Monsieur l'abbé,

Puisque vous avez cru devoir nous rappeler d'admirables textes grecs et latins, *causons* un peu là-dessus.

J'ai déjà dit un mot des traditions cosmogoniques profanes dans une de mes dernières lettres. On peut supposer qu'elles sont un écho du deuxième verset de la *Genèse*, lequel aurait retenti dans l'Orient, en Egypte, par exemple, où il aurait été recueilli par les poëtes et par les philosophes, qui en ont fait, les uns, du matérialisme, Leucippe, Démocrite, Epicure, Lucrèce, etc.; les autres, de la poésie, comme Apollonius, Ovide, Virgile, Tibulle, etc.

Les poëtes romains que vous citez ont emprunté leur description cosmogonique à Apollonius de Rhodes, poëte grec qui vivait un siècle avant Jésus-Christ et auteur de l'*Argonautique*. L'élève de Callimaque introduit Orphée, chantant pour distraire les héros fatigués du voyage.

« Il chantait comment la terre, la mer, les astres et les cieux étaient autrefois confondus; comment cette masse énorme prit des formes différentes : les astres occupèrent d'abord les pôles et y restèrent attachés. On vit commencer les révolutions de la lune et les courses du soleil; on vit les montagnes s'élever, les fleuves couler à travers les campagnes, les nymphes naître au bord des eaux et tous les reptiles sortir de la terre. »

Pour juger de ce que nous devons prendre ou laisser dans les monuments profanes sur la question qui nous occupe, il nous faut un *criterium;* ce *criterium*, pour vous et pour moi, c'est la Bible, et dans le cas particulier dont il s'agit en ce moment, c'est le deuxième verset du premier chapitre de la *Genèse*. Pour pouvoir discerner ce que nous devons adopter ou rejeter dans la tradition païenne, nous devons donc commencer par fixer le sens de ce verset. Avez-vous autorité pour cela? Pour moi, je me récuse, et au milieu de vingt interprétations différentes, je puis bien avoir une préférence, mais une certitude, je n'en ai aucune.

Dans ce verset, si j'en crois la Vulgate, je trouve les mots *terre*, *ténèbres*, *eau*, *esprit de Dieu*, etc. Mais ces mots ont je ne sais combien de sens divers, quelquefois les plus étranges, les plus éloignés de ceux qu'ils présentent d'abord à l'esprit. C'est, dit-on, le chaos dans les éléments. Soit; mais c'est bien aussi le chaos dans les mots, et je ne suis pas plus habile à débrouiller l'un que l'autre. Vous me parlez d'eau. Mais qu'est-ce que cette eau; « une eau dont les cieux ont été faits ainsi que tout notre monde sublunaire : *Ex aquis enim his facti sunt cœli : tam enim cœli quam sublunaria facta sunt ex eadem aquarum abysso.* (*Script. sacr. Curs. compl.*, t. V, 1837.) D'après M. Chaubard, cette eau n'est, à ce verset, avant le *fiat lux*, que les éléments de l'eau, c'est-à-dire de l'oxygène et de l'hydrogène non combinés.

Vous me citez Thalès, qui dit que Dieu a tout formé d'eau, qu'il croyait coéternelle à Dieu, et vous, vous dites seulement que la terre a été faite dans l'eau... Que ne peut-on pas supposer, et combien d'explications n'a-t-on pas tentées? Tâchez donc de concilier les commentateurs avec la Bible, les commentateurs entre eux, les cosmogonistes profanes avec le tout. Et quand vous aurez bien mêlé, bien broyé tout cela, nous verrons si c'est le neptunianisme qui en sort; c'est-à-dire de l'eau pure et claire, et non point une eau trouble où l'on se perd, une eau inconnue et où l'on ne comprend rien, comme celle de Thalès, de laquelle Dieu aurait formé toute chose, avec laquelle il aurait fait de l'or, du fer, du plomb, de la pierre, du feu, la terre, la lune, le soleil et les étoiles.

Pour moi, s'il m'était permis d'avoir un sentiment, j'inclinerais à penser que l'*eau* de ce verset est ce que tout le monde appelle de l'eau, de l'eau comme celle qui coule dans nos fleuves, comme celle qui remplit le bassin de nos mers, naturellement impropre à former du granit, quoi qu'en

dise M. Chaubard, comme à faire un soleil ; que la *terre* qui y est mentionnée, est de la terre comme celle que nous foulons aux pieds, vous et moi, et non point une je ne sais quelle incompréhensible chose noyée dans une autre je ne sais quoi non moins insaisissable. Je prendrais tout simplement ce verset pour le tableau, en quelques mots, de la ruine d'un monde antérieur que Dieu efface pour y substituer un nouvel ordre de choses à la tête duquel il veut placer l'homme, l'homme, cette créature nouvelle, objet de ses prédilections, pour qui il veut accomplir, dans la suite des temps, des merveilles que la langue des cieux peut seule redire.

Voyez, dans le savant Pétau, les opinions des plus illustres Pères de l'Eglise des premiers siècles, saint Grégoire de Nazianze, saint Basile le Grand, saint Césaire, Origène, saint Jérôme, etc., etc. Ils connaissaient aussi bien que nous les traditions des poëtes et des philosophes grecs et romains, ils avaient étudié la *Genèse* avec une profondeur de génie que nous n'oserions nous flatter d'égaler, et pourtant la plupart n'ont point vu, dans le deuxième verset du livre saint, ce que M. Chaubard y a découvert : ils n'y ont point trouvé la création première de notre planète. « L'univers fut *créé* dès le commencement et avant tous les temps, dit Bossuet, mais seulement *orné* dans le temps. » (VIII^e *Elév. sur les mystères.*)

Je reviens aux textes que vous produisez en faveur de votre opinion.

Si j'avais nié l'eau et la terre du deuxième verset de la *Genèse*, c'est-à-dire si j'avais bien torturé ces deux mots pour leur faire signifier quelque chose qui ne serait ni de l'eau ni de la terre, vous auriez beau jeu contre moi avec toutes ces citations qui commencent à Homère et Hésiode, lesquels sans doute n'avaient point eux-mêmes inventé cette cosmogonie. Mais c'est moi, qui, contrairement aux interprétations de M. Chaubard, veux que l'*eau* de ce verset soit de l'eau véritable et la *terre* de la vraie terre ; que notre planète ait été enveloppée par les eaux qui l'ont dévastée, et que de ses ruines soit sorti un nouveau monde, enrichi de nouveaux dons, peuplé de nouveaux habitants, conformément à l'interprétation littérale du premier chapitre de la *Genèse*. Ainsi tout l'ordre de choses terrestres actuel aurait eu pour point de départ un grand cataclysme dont la tradition s'est conservée dans la mémoire des peuples et qui a été chantée par les poëtes, systématisée par les premiers philosophes, lesquels poëtes et philosophes en ont modifié le récit par une foule d'idées accessoires et en ont fait les uns de la mythologie, les autres de l'athéisme, les autres du dualisme, regardant la matière comme un principe incréé et coéternel à Dieu.

L'opinion que j'effleure ici en passant à propos du deuxième verset du premier chapitre de la *Genèse*, n'est qu'une hypothèse que je crois en valoir bien une autre, mais que je suis loin de présenter comme le dernier mot, l'explication définitive de ce verset. Il est vrai qu'Origène a dit : « Quel homme sensé peut penser que le premier, le second et le troisième jour furent sans soleil, sans lune et sans étoiles ?... » (*Periarch...* lib. IV, c. 16, t. I.) Et saint Jérôme : *Sex millia necdum nostri orbis implentur anni, et quantas prius æternitates, quanta tempora, quantas sæculorum origines fuisse arbitrandum est !* Mais il n'y a que M. Chaubard qui ait le privilége de *penser et d'enseigner comme pensait et enseignait Moïse.*

Je termine par quelques observations sur les textes d'Ovide et de Virgile.

Le chaos assurément n'a point de plus grand peintre qu'Ovide. Sa féconde imagination était à l'aise au milieu de cet antagonisme de tous les éléments. C'est de bien belle poésie latine, je l'admire avec vous, mais est-ce de la science ? Quand je compare cette magnifique description au calme majestueux des premiers versets de la *Genèse*, je me dis : Voici l'écolier avec ses phalanges de mots retentissants, qui se joue dans une superbe amplification et qui exploite en vers pompeux une riche matière, et voilà l'historien inspiré, court mais d'une incomparable énergie, jetant, jusque dans les profondeurs de son opulente brièveté, une beauté sans mesure, comme on voit quelquefois, en voyageant dans les Andes intertropicales, la nature jeter, au fond des abîmes eux-mêmes, une magnificence sans bornes ; confident du Très-Haut, il prête l'oreille à l'écho des révélations divines et retrace avec solennité, en expressions sublimes sans emphase, simples avec grandeur, les opérations d'un Dieu créateur, les œuvres de cette « sagesse éternelle qui atteint d'une extrémité à l'autre avec force et dispose toutes choses avec douceur. » (*Sagesse*, VIII, 1.)

Nous avons donné dans notre *Nouveau Traité des sciences géologiques*, pag. 270, la traduction suivante des vers d'Ovide :

« Cependant l'énergique effervescence de tous les éléments antipathiques qui se combattent et qui se mêlent, diminue par l'effet des combinaisons et d'un refroidissement toujours progressif ; la croûte solidifiée s'épaissit, se fixe peu à peu malgré des commotions fréquentes, des bouleversements partiels et une foule de phénomènes chimiques et météorologiques, l'atmosphère environnant le noyau condensé, d'abord d'une immense étendue et composée d'une foule de substances diverses à une excessive température, subit une longue suite de modifications, jusqu'à ce qu'enfin sa température soit assez abaissée pour que la vapeur d'eau puisse passer à l'état liquide et se précipiter à la surface de la terre. Alors commence une nouvelle et longue série de réactions chimiques : une immense oxydation s'opère par le contact de l'eau avec les bases métalloïdes des terres et des alcalis, en dégageant une énorme quantité de chaleur qui volatilise les eaux à mesure qu'elles arrivent. Mais le refroidissement augmentant de plus en plus, l'eau se précipite en plus grande abon-

dance; le noyau solide est entouré d'un vaste océan acide, qui, pénétrant dans l'intérieur du sphéroïde, y détermine une oxydation violente; la croûte supérieure est soulevée, brisée de toutes parts, soumise à des remaniements, et pour résultats de ces grands mouvements mécaniques, la terre se hérisse de montagnes autour desquelles roulent les flots brûlants d'une mer agitée par les marées, les courants, etc., et douée d'une prodigieuse puissance d'érosion. Sous l'action prolongée de ces eaux si énergiquement dissolvantes, les éléments des roches granitiques sont désagrégés; leurs détritus, longtemps tenus en suspension mécanique dans les eaux, se déposent peu à peu au fond des mers, et se convertissent, sous l'influence de la chaleur, en immense lits de gneiss, de micaschistes, de roches amphiboliques, de schistes argileux, etc. Les agents atmosphériques secondent l'action des mers dans ce travail de destruction, en attaquant avec une violence désintégrante, qui ne se retrouve plus dans aucun des météores actuels, toutes les masses minérales qui s'élevaient au-dessus du niveau de ces mers primitives, au fond desquelles sont balayés tous ces abondants matériaux sous forme de vase, de sable et de gravier. »

Ovide, il est vrai, décrit la formation des corps célestes; tout cela n'est qu'un jeu pour sa muse, et nous, nous ne décrivons ici qu'une des phases de la formation de la terre, la cristallisation du granit; mais vous devez être content, car dans la fabrication des terrains cristallisés, l'eau est de la partie, le feu et l'eau sont aux prises comme dans Ovide

Frigida pugnabant calidis, humentia siccis.

Le poëte nous donne, dites-vous, dans ses vers, la tradition vulgaire, je le veux bien. Vous qualifiez cela de *sublimité géologique*, soit. « Ce sont les muses elles-mêmes donnant des leçons géogéniques, » soit! soit! Mais entre nous, pourtant, et en dépit de l'excellente opinion que vous en avez, je soupçonne un peu ces bonnes filles d'en dire ici un peu plus qu'elles n'en savent. Mais soyons indulgents, on a fait plus mal en cosmogonie.

Vous me demandez quand se passaient ces étonnantes choses. Il est vrai qu'Ovide ne le dit pas. Vous voudriez bien que ce fût au deuxième verset; moi, j'inclinerais à penser que c'était dans l'*in principio*. Ne nous querellons pas là-dessus aujourd'hui, nous y reviendrons. Passons à Virgile.

Les vers de l'églogue de Virgile sont une courte mais élégante description du système matérialiste des atomes. Il n'y a, dans ces vers, comme dans ceux d'Ovide, rien, absolument rien qui soit plus favorable aux neptuniens qu'aux plutoniens. Qu'y voit-on en effet? Les principes de toutes choses, les atomes se réunissant dans le vide immense pour former les quatre éléments, la terre, l'air, l'eau et le feu, avec son épithète *liquidi* qui ne me paraît point du tout « ressembler parfaitement à de la vapeur » (on voit que vous êtes de l'école interprétative de M. Chaubard). Vous demandez : « Ne serait-ce point aussi le calorique? » Il est probable qu'il y en avait un tant soit peu. Ces quatre éléments donnent naissance à tous les êtres : *His exordia primis omnia*. Vous voyez le globe encore *tendre* qui se condense ou s'accroît, *concreverit;* le sol qui se durcit, *durare*, c'est-à-dire tout uniment que les atomes se sont accrochés et qu'il en est résulté ce que nous voyons, chose facile à dire, plus difficile à croire et à prouver, en dehors d'un formateur et d'un ordonnateur suprême et tout-puissant. Les verbes *concreverit* et *durare*, dites-vous, « sont tout à fait neptuniens. » Que ce soient des atomes qui s'accrochent à la manière d'Epicure, ou qui se combinent en vertu des lois de l'affinité et de la cohésion, les verbes employés conviennent également, et aussi bien pour le phénomène chimique, s'il se passe dans le feu, que s'il a lieu dans l'eau, ce dont le poëte ne dit pas un mot.

Vous regrettez que *l'Opifex rerum* d'Ovide ne se trouve point dans Virgile. L'*Opifex rerum* d'Ovide n'est nullement un Dieu créateur, mais simplement ordonnateur de la matière. Tous les systèmes humains sur l'origine des choses, si multiples et si divers, s'accordent sur un point, celui de l'*éternité de la matière*. Sans sortir des poésies d'Ovide, vous vous rappelez cet admirable livre XV^e^ de ses *Métamorphoses*, qui renferme un cours de géologie et où le poëte expose les doctrines d'un des plus grands philosophes de l'antiquité, Pythagore, qui avait séjourné vingt ans en Egypte, qui avait visité l'Orient et fréquenté les philosophes de la Perse et de l'Inde. Vous trouverez là ce vers :

Quattuor æternus genitalia corpora mundus
Continet....

Il semble qu'il n'ait pas été donné à la pensée humaine, même dans ses plus aventureuses conceptions de rencontrer l'idée de la *création*. Platon, dont le génie sublime a touché pour ainsi dire aux limites de l'intelligence humaine, n'a pu embrasser la création ni dans son essence ni dans ses résultats : on peut facilement s'en convaincre en portant son attention sur le *Timée*, et sur le traité des *Lois*. Dieu, selon lui, a imprimé à la matière la forme, l'arrangement, la beauté; mais enfin cette matière informe, avant qu'il y mît la main, était toujours un *je ne sais quoi* qui avait un fond d'existence.

Concluons.

Les anciens n'étaient pas forts en géologie, science toute moderne; nulle part ils ne donnent la théorie de la formation des terrains cristallisés; la Bible n'en parle pas davantage; la science actuelle ne peut expliquer cette cristallisation granitique dans l'eau seule, et invoque l'antagonisme des deux grands agents de la nature, le feu et l'eau. Sur ce point particulier, voilà où en sont les choses. D'où il résulte qu'affirmer la formation du granit dans les eaux du deuxiè-

me verset de la *Genèse*, c'est affirmer gratuitement, c'est faire une hypothèse qui ne repose sur aucun fondement.

D'un autre côté, nous avons vu que la théorie d'un noyau fluide d'environ 3,000 lieues de diamètre n'est pas scientifiquement admissible. D'où il suit que, dans le système de M. Chaubard, on ne peut expliquer aucun phénomène d'éruption, ni volcans, ni montagnes, ni roches d'épanchement quelconques.

Enfin l'interprétation donnée par M. Chaubard aux premiers versets de la *Genèse* nous semble arbitraire, invraisemblable, contradictoire, et par conséquent sans autorité pour appuyer son opinion.

D'où l'on peut déjà conclure que cette géologie que vous appelez *biblique* n'est pas plus biblique qu'une autre; que ce n'est qu'une hypothèse très-contestable et du côté de la *Genèse* et du côté de la science, et qu'il est par conséquent prématuré, sinon téméraire de proclamer qu'*elle pense et enseigne comme pensait et enseignait Moïse.*

Mais nous avons à présenter des considérations d'un nouvel ordre, et, selon nous, d'une autorité encore plus décisive en cette matière. Nous tâcherons de les faire valoir avec toute l'impartialité dont nous sommes capable. Et cela nous sera bien facile, n'ayant d'autre but dans ce débat que celui de prévenir l'erreur et d'arriver du moins au vraisemblable, si la découverte du vrai et la certitude nous sont interdites dans ces questions difficiles.

Lettre cinquième.

Deus mediis semper maxime obviis et facillimis utitur.

(W. Carpenter.)

Monsieur l'abbé,

L'auteur que nous examinons à votre prière et qui n'est pour nous qu'une occasion d'étudier quelques-unes des grandes questions de la science actuelle dans leurs rapports avec nos livres saints, ne cesse d'affirmer que « son travail ne ressemble en rien à ce qui l'a précédé, qu'il est hors de toute catégorie, qu'il n'est point un système, qu'on n'y trouvera point d'hypothèse, pas même une idée hasardée. » (*Avant-Propos*, p. XII.) Nous savons déjà si ces prétentions sont fondées, et s'il est vrai qu'il n'y ait dans la théorie de M. Chaubard ni *hypothèse, ni même une idée hasardée.* Que lui sert-il d'en appeler à l'histoire? Cette histoire, il faut l'interpréter, car elle ne s'explique pas le moins du monde sur les formations géologiques. Il faut concilier ensemble les traditions, la science et la logique, et c'est en cela que consiste toute la difficulté. Il ne suffit pas de rattacher arbitrairement telle formation géologique à tel cataclysme mentionné dans l'histoire; de dire, par exemple, avec notre auteur : Au deuxième verset du chapitre 1er de la *Genèse*, l'eau couvre toute la terre, donc c'est l'époque de la formation des terrains cristallisés; environ 1,600 ans après, le déluge mosaïque détruit le genre humain; donc c'est la formation des terrains transitaires, secondaires, etc.; enfin 800 ans plus tard, Josué arrête le soleil; donc la terre cesse de tourner sur son axe; donc la mer se précipite sur les continents, c'est le déluge de Deucalion, ou la formation des terrains de transport ancien, des blocs erratiques, sables d'Afrique, brèches osseuses, cavernes à ossements, etc.

Ce rapprochement peut paraître spécieux au premier énoncé, mais on ne tarde pas à s'apercevoir que ce n'est qu'une illusion théorique et qu'il ne peut soutenir l'examen. Les Livres saints ni les traditions ne s'expliquent en aucune sorte sur la formation des terrains qu'on attribue aux cataclysmes qu'ils mentionnent; et les investigations de la science ne paraissent nullement pouvoir se concilier avec une pareille hypothèse. C'est là ce qui l'a fait abandonner depuis longtemps.

En effet, scientifiquement parlant, comment démontrer, par exemple, la possibilité de la formation des terrains cristallisés dans l'eau (62)? On cite dans toutes les parties du monde d'innombrables exemples de granit et autres roches éruptives, portant les caractères les plus évidents de la fusion ignée; c'est un fait aujourdhui vulgaire, quelle qu'en soit d'ailleurs l'explication première; on n'en peut produire un seul qui autorise à faire rapporter le granit et ses variétés à une formation aqueuse. L'origine ignée des roches granitiques est un point qui paraît aujourd'hui définitivement acquis à la science, et pour être admis à le contester, il faudrait se présenter avec d'autres preuves que de gratuites affirmations.

Mais il est temps d'aborder des difficultés d'un autre ordre; nous voulons parler de la formation des terrains stratifiés, attribuée par M. Chaubard au déluge mosaïque.

Au sujet de cette seconde partie du système de M. Chaubard, je dois vous faire remarquer, monsieur l'abbé, que vous auriez beaucoup fait en sa faveur et beaucoup contribué aussi à montrer l'insuffisance que vous reprochez aux *Annotations géologiques à la Genèse*, publiées par M. l'abbé Migne, si au lieu de vous borner à formuler le vœu de les voir réformer, vous nous en aviez adressé une réfutation en règle. Cela vous eût été facile, puisque vous en aviez saisi les *défectuosités* et que vous saviez ce qu'il fallait mettre à la place, autrement vous n'au-

(62) « La plus grande profondeur moyenne qu'on puisse attribuer aux mers est de 4,800 mètres, d'où il résulte que la masse totale des eaux, qui couvre une si grande partie du globe terrestre, ne va pas à deux millions de myriamètres cubes : c'est un volume infiniment petit relativement à celui de la terre, et qui ne permet guère de concevoir une fluidité aqueuse de notre planète, du moins par les eaux actuelles, qui n'offrent pas la millionième partie de ce qu'il faudrait pour dissoudre une telle masse dans les circonstances les plus favorables qu'on puisse imaginer. » (Beudant, membre de l'Institut, etc.)

riez pas songé à solliciter ces modifications et ces changements.

Vous avez trouvé plus commode de prier les rédacteurs de la *Voix de la Vérité* de faire cette besogne. Je ne sais ce qu'ils en pensent, mais, pour ma part, la tâche me paraît assez difficile, et je présume qu'il ne se trouvera guère que vous en mesure de s'en tirer avec quelque honneur.

C'était pour le système de M. Chaubard une chose désagréable que la présence des fossiles dans les terrains stratifiés. Sans cela, il n'aurait pas manqué de rapporter la formation de ceux-ci au deuxième verset de la *Genèse*, ce qui eût été plus simple et aurait coupé court à toutes sortes de difficultés qu'on s'avise de lui faire et qui ne laissent pas que d'être, ainsi que nous le verrons, assez embarrassantes. Mais les fossiles étaient là, élevant leurs millions de voix sur tous les points du globe et à tous les degrés de la série des terrains. Que faire? Admettre que la terre avait été créée d'un seul jet avec tous ces fallacieux débris d'êtres qui n'auraient jamais existé? C'était se mettre en dehors de toute science, ruiner toute induction, toute logique; on eut peur du ridicule. Prétendre que toute cette longue série de couches s'était formée dans l'intervalle qui s'écoula de la création au déluge, on ne l'osait, parce que sans doute on ne trouvait pas cet intervalle de temps de longueur suffisante pour pouvoir attribuer cette formation à des causes analogues à celles actuellement agissantes, et que d'ailleurs on était tout préoccupé de cataclysmes et d'invasions de la mer, idées théoriques mises à la mode par Cuvier. Recourir à un monde préadamique, on n'y songea pas, quoiqu'on trouvât toutes les données de cette opinion dans plusieurs Pères de l'Eglise. Restait encore le système des *jours-périodes;* M. Chaubard leur préféra le déluge.

Ce n'était pas au reste la première fois qu'on avait recours à cette catastrophe pour expliquer la présence des fossiles dans le sein de la terre et la formation des terrains dans lesquels ils sont ensevelis. Lorsque la science était encore à son berceau et qu'on n'avait des formations secondaires qu'une connaissance très-imparfaite, cette théorie pouvait avoir quelque apparence de vraisemblance. Elle est aujourd'hui universellement abandonnée.

Mais la science, ou si vous voulez, les savants ont quelquefois leurs caprices, leurs préjugés. Sont-ils fondés à rejeter le déluge comme cause productrice de la série des terrains sédimentaires? c'est ce qu'il nous faut examiner attentivement.

D'abord il est essentiel de fixer nos idées sur la nature de ce cataclysme, et, par conséquent, d'interroger les seuls documents authentiques qui nous restent sur cette catastrophe. Ouvrons donc la Bible. (*Voir* la *Genèse*, chap. VI, VII, VIII.)

Une question importante se présente : le déluge a-t-il été universel?

Il est permis de soutenir la non-universalité. Vous connaissez, Monsieur, la thèse d'Isaac Wossius, qui allait être condamnée à Rome, lorsque le célèbre Père Mabillon représenta que les mots sur lesquels on se fondait pour soutenir l'universalité du déluge étaient employés à chaque page de l'Écriture dans un sens très-restreint. Il semble en effet plus conforme aux idées que nous nous formons de la sagesse divine d'admettre que l'inondation diluvienne se borna à la partie de la terre alors habitée, et il n'est pas vraisemblable que la terre ait été dès lors peuplée dans toute son étendue On ne peut rien arguer des quinze coudées dont les plus hautes montagnes furent surpassées par l'élévation des eaux, car rien ne prouve qu'il s'agisse là des plus hautes montagnes du globe, du Chamalari, par exemple, qui a neuf mille mètres, mais seulement de celles de la contrée inondée, lesquelles pouvaient n'être pas d'une grande hauteur.

Dans l'opinion de la non-universalité du déluge, il est facile de résoudre une foule de problèmes qui autrement demeurent insolubles, à moins de recourir continuellement au miracle. Or, il y a même dans les faits, qui sont évidemment miraculeux, une partie qui s'accomplit par l'action des lois ordinaires et naturelles, et qui autorise à ne recourir au miracle qu'autant qu'il est expressément mentionné. Ainsi, relativement à la conservation des animaux, il est difficile, en admettant l'universalité du déluge, de se rendre compte de la réunion dans l'arche de six mille espèces d'oiseaux, de près de deux mille espèces de mammifères, de plus de trois cents espèces de serpents (je néglige les autres ordres de reptiles), de plus de trois cent mille espèces d'insectes sans les arachnides. (La France seule possède plus de 15,000 espèces d'insectes connues et classées, et plusieurs savants naturalistes ont été amenés à conclure qu'il y a, dans le monde entier, plus d'un demi-million d'espèces.) Doublez ce nombre pour les animaux *impurs*, septuplez-le pour les animaux *purs*, c'est au moins quatorze à quinze mille espèces de mammifères et d'oiseaux seulement, sans y comprendre un supplément considérable d'individus destinés à servir de pâture aux carnassiers. Calculez la place qu'ils occupent, la quantité et la diversité de nourriture qu'il leur faut pour une année au moins, les soins à donner par sept personnes seulement. Songez aux difficultés du côté du régime; il est des animaux qui ne peuvent vivre que de verdure, qui se tiennent toujours sur les arbres et ne se nourrissent que de feuilles vertes, telle est, par exemple, la famille des Tardigrades ou paresseux. D'autres ne vivent que de fourmis et d'insectes, tels sont les fourmiliers, les pangolins, les monothrèmes, les marsupiaux, etc. D'autres, comme les colibris et les oiseaux-mouches, ne paraissent pouvoir se nourrir que du suc des fleurs.

Les difficultés du côté du régime étaient extrêmes. Elles ne l'étaient pas moins du

côté de l'habitation. Ainsi, par exemple, le renne, certains ours, etc., ne peuvent s'accommoder que du froid des régions polaires ; d'autres espèces ne peuvent vivre que dans les régions chaudes. Si le déluge a été universel, comment les paresseux, les fourmiliers, les armadilles, etc., qui ne se trouvent que dans l'Amérique méridionale, et dont les mouvements sont si lents, ont-ils pu passer après le déluge dans cette contrée? Ce ne peut être par le détroit de Behring ; le climat dans cette latitude est trop froid, et d'un autre côté, l'océan Pacifique leur présentait une barrière infranchissable. Qui a porté le serpent à sonnette, le gymnote *électrique*, etc., en Amérique, seul endroit du globe où ils se trouvent? Qui a confiné à une hauteur de plus de deux mille mètres, dans les montagnes de Java, le *midaus meliceps*, petit animal de 40 centimètres de long et d'une extrême lenteur? etc., etc.

Je ne dis rien de ces innombrables légions d'insectes dont la conservation offrait des difficultés incalculables à cause des substances si diverses dont ils se nourrissent ou sur lesquelles ils se développent. Il ne suffit pas en effet de recourir à des collections d'œufs ; ces œufs ne peuvent se développer que dans des substances excessivement variées et dans des conditions qui ne font que multiplier les difficultés.

Nous n'avons parlé que des animaux terrestres. Les difficultés sont décuplées, s'il faut prendre à la lettre le *cuncta in quibus est spiraculum vitæ ;* car il faudra sauver au moins huit mille espèces de poissons : les crustacés si nombreux, les deux embranchements des zoophytes et des mollusques, dont les espèces sont innombrables. Il faudra tenir ce nombre prodigieux d'animaux, les uns dans l'eau douce, les autres dans l'eau de mer, qu'il sera indispensable de renouveler continuellement ; il faudra les nourrir de chair, de plantes marines, etc. Je ne parle pas de l'ordre des cétacés, lamentins, baleine, cachalot, etc., et de l'embarras de pareils hôtes, dont les uns paissent l'herbe, dont les autres ne se nourrissent que de petits mollusques ou de petits zoophytes qu'ils avalent par milliers (63). Ici le *cuncta* ne nous paraît donc nullement devoir être pris dans son sens rigoureux et absolu, et nous inclinons à penser qu'il en est de même dans presque tous les autres versets de la narration mosaïque.

Dira-t-on que les espèces n'existaient pas, au temps du déluge, en aussi grand nombre qu'aujourd'hui. Le contraire est certain. Il est prouvé que plusieurs espèces se sont perdues, et assurément il est difficile d'admettre que la nature dans ces temps primitifs était moins variée, moins riche et moins féconde qu'elle ne l'est devenue depuis. D'ailleurs, sur quoi se fonderait-on pour avancer une opinion aussi étrange? Où a-t-on surpris la nature créant des *espèces?* C'est aujourd'hui un point hors de toute contestation que les *espèces* ont une existence réelle dans la nature, et que chacune d'elles a été douée, au moment de sa création, des attributs et de l'organisation qui la caractérisent aujourd'hui. Nous avons démontré ailleurs la permanence des espèces de la création actuelle.

« Unité dans l'espèce, variété dans les individus, telle est la base de toute la théorie des classifications scientifiques. S'il n'existait pour chaque être une forme propre, caractéristique et permanente, un type radical et constitutif de l'espèce, et dont il est comme individu la réalisation variée, il serait impossible d'établir aucune classification, de coordonner un système ; la notion même de la science serait détruite, et l'univers ne nous présenterait de toutes parts que des êtres isolés, entre lesquels l'esprit ne pourrait saisir aucun rapport de ressemblance, aucun point fixe de comparaison et de relation, aucun caractère commun, durable et constant ; ce serait la négation de tout ordre, de toute harmonie ; ce serait, nous le répétons, la destruction complète de toute science, ce serait le chaos. » (*Nouveau traité des sciences géologiques*, chap. 12). Nous renvoyons à cet ouvrage pour les développements de cette thèse qui est de la plus haute importance, car l'opinion contraire conduit tout droit au panthéisme matérialisme de Lamarck, Schelling, Spik, Oken, etc. (64).

Quant aux végétaux, nous ne voyons pas, dans le texte, qu'il soit pris aucune précaution pour leur conservation. Il est donc naturel d'admettre qu'ils se conservèrent sous les eaux diluviennes, circonstance qui ne permet pas d'attribuer aux eaux du déluge cette puissance de destruction que certains savants systématiques ont imaginée. Mais nous pensons qu'il est encore plus raisonnable d'inférer de leur conservation la non-universalité du déluge.

Lettre sixième.

Monsieur l'abbé,

Dans notre dernière lettre, nous avons montré, quoique très-brièvement, que l'universalité du déluge soulevait une foule de questions auxquelles on ne peut donner de solution qu'en recourant au miracle. Le miracle admis, tout s'explique sans doute ; mais pour M. Chaubard qui veut qu'on rejette de la science, à propos du déluge, cette *qualification fallacieuse de miracle que rien*, dit-il, *ne justifie* (p. 191), nous ne savons comment cet auteur pourrait répondre d'une manière satisfaisante aux observations que nous avons présentées. Il a trouvé plus commode de ne pas aborder ces difficultés. Toute-

(63) Nous avons été très-modéré dans notre calcul des espèces animales ; les plus savants naturalistes estiment qu'abstraction faite des animaux microscopiques, il n'existe aujourd'hui pas moins d'un à deux millions d'espèces à la surface du globe terrestre.

(64) Voyez aussi les *Introductions* au deuxième et au troisième volume du *Dictionnaire de Zoologie*, faisant partie de l'*Encyclopédie théologique*, publiée par M. l'abbé Migne.

fois nous sommes persuadés que plus on y réfléchira, plus on les trouvera sérieuses.

Une autre question se présente : D'où sont venus les eaux du déluge ?

C'est une circonstance bien remarquable que le mot de mer ne soit pas prononcé une seule fois dans toute l'histoire du déluge. Cependant si l'Océan tout entier s'est soulevé et précipité sur les continents, il semble que ce fait était assez extraordinaire, assez inouï, pour être mentionné avec précision au moins une fois; tandis que l'action de la pluie, qui dans cette circonstance ne serait qu'un phénomène bien secondaire, pour ne pas dire insignifiant, est rappelé jusqu'à six reprises différentes. La première fois qu'il en est question, c'est au 17e verset du chapitre VI. C'est Dieu qui parle à Noé et qui lui annonce la nature du châtiment dont il va punir une génération criminelle. « Et voilà, dit-il, que moi, j'amènerai sur la terre les eaux du ciel. » Et au chapitre VII, verset 4 : « Encore sept jours et après je ferai pleuvoir sur la terre durant quarante jours et quarante nuits. » (Comparez avec les versets 11, 12 et 17 du même chapitre, avec le 2e verset du chapitre VII, et enfin avec les versets 12, 13, 14, 15 et 16 du chapitre X.)

Relativement à ces cinq derniers versets, il est une remarque que nous ne devons pas négliger : c'est que le signe de l'alliance que Dieu fait avec Noé et avec ses descendants est un signe placé *dans le ciel et dans les nuages*, comme devant rappeler à l'homme le lieu d'où était descendu l'instrument du châtiment terrible qui fut infligé à son espèce, et faire ressouvenir Dieu de la promesse qu'il avait faite à Noé de ne plus *détruire toute chair par un déluge*. Il est évident que tout concourt à faire ressortir l'importance du rôle que les eaux du ciel ont rempli dans l'inondation diluvienne, tandis qu'il n'est rien dit du soulèvement des mers ni de leur irruption sur les continents, irruption qui certainement aurait été signalée si elle avait eu lieu. Je ne dis rien des raisons physiques qui s'opposent à cette hypothèse. En effet, l'Océan n'a pu quitter son lit qu'en se soulevant contre les lois de la pesanteur, fait surnaturel qu'il ne faudrait pas supposer sans nécessité et sans y être autorisé par le texte sacré.

Le 11e verset du chap. VII, considéré isolément, présente d'abord quelque obscurité; mais rapproché de son contexte, il s'éclaircit. Ainsi les mots *fontes abyssi magnæ et cataractæ* (65) *cœli* pourraient être les expressions symétriques d'une même pensée, conformément au génie de la construction hébraïque qui en offre des exemples si fréquents dans l'Ecriture sainte. Quoi qu'il en soit, il suffit de lire de suite le 11e verset de ce chapitre et le 12e, pour être convaincu qu'il s'agit là principalement, comme dans tout le reste du récit, de l'épanchement des eaux du ciel.

« L'an 600 de la vie de Noé, au second mois, le 17e jour du mois, toutes les sources du grand abîme furent rompues et les cataractes du ciel ouvertes.

« Et la pluie tomba sur la terre durant quarante jours et quarante nuits. »

Ce dernier verset n'est évidemment qu'une conclusion, sinon du précédent tout entier, au moins de sa dernière moitié. Au reste, quel que soit le sens de *fontes abyssi magnæ*, il est clair qu'il ne renferme nullement la principale idée, celle sur laquelle l'historien insiste et appelle l'attention, et pourtant ce serait le contraire qui devrait avoir lieu si l'Océan avait fait irruption sur les continents.

Si l'explication que nous venons de donner ne paraissait pas satisfaisante, il en est une autre qui mérite d'être prise en considération. On sait que les Hébreux croyaient que les fleuves et les fontaines avaient leur source dans l'abîme ou dans la mer, qu'ils en sortaient par des canaux invisibles et s'y rendaient par les lits qu'ils se sont creusés à la surface de la terre. Pourquoi n'admettrait-on pas que Moïse s'est conformé à cette opinion dans son récit, et qu'il indique tout simplement ici par *fontes magnæ abyssi* des crues extraordinaires des rivières et des fleuves, dont les sources auraient jailli plus abondamment par quelque cause naturelle ou miraculeuse? Ainsi Moïse aurait dit elliptiquement, les *sources de l'abîme furent rompues*, au lieu de dire les *sources* qui ont leur origine *dans l'abîme*, comme il dit les *pluies du ciel* pour les *pluies* qui tombent *du ciel* (66).

Au 2e verset du chap VIII, *les sources* qui jaillissaient de l'*abîme sont fermées*, ainsi que les *cataractes du ciel*, c'est-à-dire que les eaux sont absorbées, partie dans l'intérieur de la terre, partie par l'atmosphère, ou elles remontent en vapeurs. Cette évaporation est clairement indiquée par ces mots du texte : « Dieu envoya un souffle sur la terre, et les eaux diminuèrent. » Nulle part il n'est dit expressément que la mer rentre dans le lit qu'elle aurait précédemment abandonné.

Les mots *Omnes fontes abyssi magnæ rupti sunt* qui viennent de nous occuper, ont été traduits ainsi par M. Chaubard : *Tous les bassins de l'immensité des mers furent détruits (ou disparurent)*.

Omnes fontes, tous les bassins... La traduction de *fontes* par *bassins* nous paraît au moins extrêmement hardie. Et puis, *tous les bassins...* Ce pluriel, dans cette signification, avec l'addition du mot *tous*, nous semble avoir quelque chose de peu naturel ; on préfère-

(65) Le mot hébreu *aruboth*, qu'on a traduit par le mot grec *cataracte*, est souvent employé dans l'Ecriture pour marquer une tempête, une pluie abondante qui tombe du ciel. (Voy. *Isaïe*, XXIV, 18; *Malac.* III.)

(66) Veteres rabbini, quos maxime sequuntur christiani Patres in commentandis his Moysis vocibus : *Rupti sunt omnes fontes abyssi magnæ*, latentium aquarum eruptionem supponebant. (W. Carpenter, *Script. hist. natur.*, apud. Migne, *Curs. compl.*, etc., t. III.)

rait le singulier le *bassin*, le *lit* de l'abîme ; il n'est, en effet, question que d'*un abîme*, qui n'occupe par conséquent qu'*un bassin*, et, comme on parle de l'un et de l'autre d'une manière générale, *tous* ne satisfait pas la pensée dans l'interprétation du *fontes* donné par M. Chaubard.

« Tous les bassins, » *rupti sunt*, dit la Vulgate, *furent rompus*. Comment le bassin des mers peut-il être *rompu?* Cette rupture ferait supposer que la partie de la croûte terrestre sur laquelle repose l'Océan, s'est brisée s'est entr'ouverte. M. Chaubard traduit *rupti sunt* par *furent détruits*, *disparurent;* traduction commode. Mais pourquoi ne traduirait-il pas *se soulevèrent:* car c'est bien là le sens du *rupti sunt* dans la théorie de M. Chaubard? En effet, pour que l'Océan pût se déverser sur les continents, il fallait qu'il fût jeté hors de son lit par un immense soulèvement, et c'est bien aussi ce qu'entend M. Chaubard, de même qu'il entend un affaissement du lit des mers par le *clausi sunt*. Avec ce système d'interprétation on ne peut jamais être embarrassé.

Pour produire ces *soulèvements* et ces *affaissements* successifs du bassin de l'Océan, M. Chaubard tient en réserve un petit procédé qu'il convient d'examiner. Ce procédé, il est vrai, n'est point mentionné dans le récit mosaïque, mais, si notre auteur n'est jamais arrêté par une difficulté du texte, il ne l'est pas davantage par une difficulté quelconque.

Vous savez que notre planète est douée d'un mouvement de rotation sur elle-même, qu'elle accomplit en 24 heures, parcourant ainsi 6 lieues un quart par minute. Eh bien! au temps du déluge, ce mouvement diurne fut suspendu; la terre s'arrêta tout à coup sur son axe, et voici ce qui en résulta : L'eau des mers, franchissant ses rivages, continua à se mouvoir d'occident en orient, et l'Océan se déversa ainsi tout entier sur les continents. Cela n'est pas expressément consigné dans la Bible; mais rien n'est plus facile que de l'y trouver à l'aide d'un petit discours que voici :

« Les hommes sont ou savants ou ignorants.

« Or, la Bible étant écrite pour l'instruction de tout le monde a dû éviter de traiter des sujets hors de la portée des esprits peu ou point cultivés, et de choquer par des idées vraies les idées fausses généralement reçues. Ainsi, par exemple, elle ne peut dire que la terre tourne autour du soleil, ou que la terre à telle époque s'est arrêtée sur son axe. Premier écueil qu'il fallait éviter. Mais il en est un second : il fallait ne pas égarer les savants en leur prêchant l'erreur. La Bible a évité ce second écueil en disant tout comme il faut pour que le vulgaire comprenne et ne soit point choqué, et pour que l'homme érudit qui se tient sur ses gardes puisse découvrir la vérité en s'aidant à la fois du raisonnement et de la science. Cela posé, la Bible n'a pu nous dire que la terre s'est arrêtée sur son axe lors du déluge; elle s'est bornée à parler de la destruction du bassin des mers et de leur irruption sur les continents : voilà pour les esprits du commun des hommes; mais pour les gens habiles, pour les savants, elle ajoute que la mer, ainsi répandue sur la surface de la terre, y a séjourné cinq mois entiers avant de se rassembler dans ses bassins. Voilà les savants sur la voie ; ils réfléchiront et diront : Pour que la mer, mise en mouvement, ne soit pas rentrée dans ses bassins, après avoir fait, si on veut, le tour du globe une ou deux fois (rien que cela! une petite promenade), il faut que ses bassins n'existassent plus, sans quoi ils se seraient remplis de nouveau presque aussitôt après avoir été vidés (ce qui n'aurait pas été votre affaire). Les anciens bassins avaient donc disparu. Mais comment cela s'est-il fait? Le savant se concentrera ici en lui-même (concentrons-nous si nous sommes savants), et, prenant une mappemonde, il verra que la surface du globe terrestre est tourmentée sur la zone torride, que les couches secondaires sont minces à l'approche de l'équateur, les houilles plus rares, etc.

« — Ah! s'écriera-t-il alors, le mouvement qui a transporté la mer sur les continents, était dirigé d'Occident en Orient, précisément dans le sens de la rotation diurne de la terre sur son axe. La terre arrêtée sur son axe! Quelle conséquence! Ne nous hâtons pas trop cependant de conclure pour une impossibilité. Qui sait si ce que notre ignorance actuelle regarde comme une violation impossible des lois de la nature, n'est pas une conséquence toute simple de la cause ignorée de la rotation de la terre? Ce qui est indubitable, c'est que j'ignore absolument si c'est par un miracle ou par une cause purement physique que la terre tourne sur son axe. Par conséquent, j'ignore aussi si c'est par un miracle ou par une cause inconnue qu'elle s'est arrêtée dans son mouvement diurne. Ce qui est indubitable encore, c'est que la terre est aplatie aux pôles, renflée à l'équateur; ainsi, par la cessation de son mouvement de rotation, elle se sera dilatée vers les pôles, contractée sur l'équateur; c'est ce qui aura détruit les bassins de la mer. Enfin, lorsque la terre aura repris son mouvement après cinq mois de repos, elle se sera de nouveau contractée aux pôles; dilatée sous l'équateur, et les bassins de la mer lui auront été rendus. »

C'est ainsi, conclut M. Chaubard, *que les gens habiles qui se tiennent sur leurs gardes et ne jugent qu'après un mûr examen, peuvent en s'aidant du raisonnement, du secours de la science et des seuls documents que la Bible ait pu leur donner, parvenir jusqu'à la vérité.* (Pag. 173 et suiv.)

Nous ne sommes point du nombre *des gens habiles*, mais nous tâchons de nous *tenir sur nos gardes* pour n'être point dupe des petits discours de la nature de celui-ci, que nous *jugerons après un mûr examen*.

Lettre septième.

Monsieur l'abbé,

Nous le répétons, nous ne sommes point du nombre des *gens habiles qui se tiennent sur leurs gardes*, dont parle M. Chaubard. Nous n'avons point assez de perspicacité pour découvrir dans le 11e verset du chapitre VII de la *Genèse* toutes les choses merveilleuses qu'il y a trouvées. C'est, selon nous, traiter la Bible et la science comme Walter Scott, par exemple, a traité l'histoire. C'est faire du roman géologico-biblique, comme le célèbre écossais fait du roman historique ; en un mot, c'est *rêver*. Réfuter tout cela, c'est combattre des ombres.

Notre géologue veut que la terre se *soit arrêtée sur son axe* pendant les cinq mois du déluge ; c'est une affirmation dénuée de toute preuve : *quod gratis affirmatur, gratis negatur*, dit l'école. Cette hypothèse nous paraît de la même force que celle de Whiston qui attribue le déluge à la queue d'une comète arrêtée dans l'atmosphère de notre globe.

Mais quand même nous admettrions ce renversement des lois astronomiques et physiques du monde, quand nous arrêterions notre planète sur son axe, est-il sûr que l'Océan se déverserait sur les continents ! Comment démontrer que la terre s'arrêtant, la mer ne s'arrêterait pas de même ? La mer ne se meut dans l'espace que parce qu'elle fait partie de la terre ; arrêter celle-ci, c'est donc arrêter l'Océan. Les lois de l'hydrostatique ne peuvent être invoquées ici, la grandeur du phénomène le plaçant en dehors de nos expériences et des lois qui régissent les liquides dans les conditions ordinaires. Un liquide placé à la surface d'une roue qui tournerait avec une rapidité égale à deux fois la vitesse d'un boulet de canon, comme est celle de la terre sous l'équateur, se maintiendrait-il à la surface de cette roue ? Ne s'échapperait-il pas par la tangente ? Cependant les mers sont emportées par un pareil mouvement sous l'équateur, sans que leur pesanteur diffère d'une manière bien notable de celle des eaux qui avoisinent les pôles, où le mouvement est presque nul (67). Et ce ne sont pas seulement les eaux des mers qui sont ainsi emportées par ce mouvement diurne de plus de six lieues par minute, mais encore l'océan aérien, lequel est d'une densité incomparablement moindre.

Environnés par mille causes qui modifient les mouvements que nous imprimons, nous nous habituons à regarder ces causes comme inséparables du mouvement, et c'est pour nos jugements une source d'erreurs.

M. Chaubard ne se contente pas de suspendre le mouvement de rotation de la terre ; il veut encore que de là soit résultée la destruction du bassin des mers, et voici comment cela serait arrivé. Après s'être arrêtée sur son axe de rotation, la terre, à cause de sa liquidité intérieure, aurait repris sa forme originelle (c'est-à-dire, régulièrement sphérique) en se dilatant vers les pôles et se contractant sur l'équateur. *Par là*, dit-il, *les inégalités du globe terrestre, c'est-à-dire les proéminences alternant avec des enfoncements qui n'étaient que des effets résultant de la forme perdue, disparaissent ; alors la mer n'a plus de bassin ; elle se répand de tous côtés sur les continents.* (P. 198.)

Il n'y a pas seulement une énorme invraisemblance contre une pareille théorie, mais il y a toutes les objections que l'on peut faire contre la fluidité intérieure du globe et dont nous avons déjà présenté les principales que nous ne répéterons pas ici. (*Voyez* Feu central.) M. Chaubard joue avec le globe comme il ferait avec une balle en caoutchouc ; il l'étend, il l'étire, il le comprime ou le resserre suivant les fantaisies de son imagination. Ainsi en supposant ces *contractions* et *dilatations* qu'il prétend s'être opérées dans notre planète par la cessation ou la reprise du mouvement de rotation, il ne prend pas garde que la croûte terrestre est solide et que le granit paraît en composer la base dans toute sa périphérie. On peut bien admettre qu'à l'origine lorsque tous les éléments qui le composent étaient à l'état liquide, le globe mis en mouvement sur son axe avec la rapidité que l'on connaît, se soit aplati aux pôles, renflé à l'équateur. Mais lorsque la croûte a été solidifiée, comme nous la voyons aujourd'hui, rien ne prouve que notre planète pourrait être ramenée à la forme d'une sphère régulière par la suspension du mouvement diurne. Tout porte à croire au contraire qu'elle conserverait à peu près sa forme actuelle, ou qu'au moins la modification dont on parle, ne pourrait s'opérer sans déchirements dans l'enveloppe solide et d'une si mince épaisseur, suivant M. Chaubard, et sans ouvrir par conséquent des abîmes où l'Océan irait se perdre, ou bien du fond desquels jailliraient d'effroyables masses de la matière fluide intérieure.

En raisonnant toujours dans les idées théoriques de notre auteur, c'est-à-dire en admettant qu'au-dessous d'une mince enveloppe, notre planète n'est qu'une immense masse fluide, ne serait-on pas en droit de supposer encore que non-seulement l'Océan de la surface, mais aussi celui de l'intérieur du globe aurait dû continuer de se mouvoir d'occident en orient au moment où la terre s'arrêta, qu'il en serait résulté des chocs épouvantables contre la pellicule qui le recouvre, laquelle aurait été brisée de toutes parts et entraînée dans cette immense masse de fluide intérieur et extérieur, qui se seraient ainsi mêlés et confondus, et auraient amené le chaos.

M. Chaubard reconnaît qu'une *multitude*

(67) La force centrifuge, sous l'équateur, est à peu près le 289e de la gravité au pôle. Si la rotation terrestre devenait tout à coup 17 fois plus rapide, les corps seraient sans poids sous l'équateur ; par une vitesse plus grande encore, les corps s'y échapperaient de la terre à la manière de l'eau et du sable qui se sont attachés à la roue d'une voiture en mouvement.

de crevasses, par lesquelles l'eau a pu pénétrer à l'intérieur, ont dû se produire alors, et que par ces mêmes crevasses est sortie aussi la matière fluide du noyau de la terre. (P. 152.) *En cherchant*, dit-il, *à se représenter l'état du globe terrestre sous l'influence des eaux du déluge universel, on ne peut s'empêcher de remarquer qu'il n'a pour ainsi dire été que le rétablissement momentané de l'état originel du globe, que la terre s'est trouvée ensevelie, comme au temps de la création dans le même liquide qui la recouvrait alors.* (P. 153.)

Quoi qu'il en soit de toutes les suppositions auxquelles on peut se livrer dans le vaste champ des chimères, élançons-nous avec l'océan déchaîné sur les continents, mais ne nous flattons pas de le suivre. « Son impulsion, en quittant ses bassins, a dû, dit M. Chaubard, se trouver d'abord égale à deux fois la vitesse d'un boulet de canon. » (P. 199.) Ainsi, il aura fait le tour du globe en vingt-quatre heures. Vous figurez-vous cette formidable impétuosité des mers volant à la surface du globe avec la rapidité de plus de six lieues par minute? Et l'arche, monsieur l'abbé, ne tremblez-vous point pour son sort au moment où elle sera rencontrée par cette épouvantable masse liquide qui passe avec la rapidité d'une flèche? Un miracle, direz-vous, à ajouter à tant d'autres. A la bonne heure! Mais M. Chaubard vous répond que *la Bible gardant le silence à ce sujet, nous ne pouvons affirmer ni que c'en soit un, ni que ce n'en soit pas un.* (P. 195.)

Mais cette course impétueuse doit avoir un terme. M. Chaubard veut bien permettre à l'Océan de *faire une ou deux fois le tour du globe* (P. 196), mais enfin, il faut qu'il s'arrête; autrement, que voulez-vous faire avec ce furieux qui court plus vite que le vent? Or, M. Chaubard a beaucoup, a énormément de besogne à faire faire à l'Océan. S'il allait toujours ainsi bride abattue à travers champs, il ne pourrait jamais bâtir avec son secours le petit édifice des terrains sédimentaires, transitaires, secondaires et tertiaires, de six mille mètres de puissance seulement.

Nous le montrerons à l'œuvre dans une prochaine lettre.

Lettre huitième.

Monsieur l'abbé,

M. Chaubard veut former, moyennant le secours de l'Océan, la série des terrains sédimentaires : il lui faut pour cela d'abord des matériaux, et il lui en faut une masse considérable, car ces terrains n'ont pas moins de six mille mètres de puissance. Où les prendra-t-il? Il n'a que du granit, il ne s'est formé que cela lors du premier cataclysme. Pour se procurer ces matériaux indispensables, M. Chaubard suppose que les roches de la formation primitive se décomposent sous l'influence des agents atmosphériques bien plus facilement que les roches des strates. (Page 149.) Cette assertion est tout à fait contraire à l'expérience. La désagrégation des roches granitiques ne se fait qu'avec une extrême lenteur, en sorte que pour l'érosion de certains blocs de granit arrondis comme on en voit en différents lieux, tous les géologues s'accordent à admettre un laps de temps immense. On peut, sur ce point, d'ailleurs, en appeler à l'expérience vulgaire des habitants des pays granitiques (68).

Cependant M Chaubard prétend que les matières primitives étaient presque partout à découvert avant le déluge. (P. 150.) Tant pis alors pour son idée théorique. Pour ma part, j'ai meilleure opinion du monde antédiluvien, et je ne puis croire qu'il ait été inférieur, sous le rapport de sa constitution géognosique, au monde actuel. Préoccupé de cette prétendue facilité de décomposition des granits, notre auteur s'écrie : « Quelle prodigieuse quantité de débris une aussi prompte dégradation n'a-t-elle pas dû accumuler sur la surface du globe pendant la longue suite de siècles qui s'est écoulée entre la formation primitive et la formation de transition? » (*Ibid.*) *Cette longue série de siècles* se réduit après tout à seize cents ans environ. L'obélisque granitique de Luqsor est depuis bientôt trois mille ans exposé à toute l'action des agents atmosphériques; il ne paraît pas avoir fourni jusqu'ici un contingent bien considérable aux stratifications qui s'étendent à son pied.

Soyons généreux; accordons à M. Chaubard qu'il y avait bien avant le déluge tous les détritus dont il a besoin pour former les strates actuels. Voici donc l'Océan qui s'élance sur cette surface terrestre avec une vitesse égale au double de celle d'un boulet de canon (p. 199); que va-t-il se passer? Tous les éléments dont nous venons de parler *auront été lavés*, dit M. Chaubard, *délayés* et *emportés par la mer, lorsque, avec la violence dont parle l'histoire, elle s'est précipitée sur la terre pour la recouvrir.* (P. 152.)

Il est sûr que ce serait une terrible chose que la mer se ruant sur les continents avec une impétuosité semblable à celle qu'on lui accorde ici. Mais rassurons-nous, cette vitesse incroyable est tout à fait chimérique. Supposez que la terre vînt à s'arrêter sur son axe, et supposez aussi que l'Océan ne s'arrêtât pas avec elle, double supposition parfaitement gratuite, les eaux ne se précipiteraient point sur la surface des continents avec la rapidité du mouvement de la terre

(68) Nous ne parlons ici que de la décomposition du granit par les agents atmosphériques dans les conditions ordinaires, les seuls dont parle M. Chaubard lui-même, et non de la désagrégation produite en certains lieux par un dégagement de gaz acide carbonique, comme on le remarque dans quelques pays volcaniques. Il ne s'agit point ici non plus de l'effet des fortes gelées sur cette roche, comme on l'observe dans quelques contrées reculées du Nord. Ce ne sont là que des exceptions et des cas particuliers.

sur son axe, parce qu'elles ne seraient nullement dans les conditions où se trouve notre planète dans l'espace. En effet, celle-ci tourne dans le vide où elle n'éprouve aucune résistance, et l'Océan aurait à vaincre la résistance du frottement contre la surface inégale du sol, celle des chaînes de collines et de montagnes, peut-être celle de l'air (à moins que l'atmosphère ne se soit mise à courir de compagnie avec l'Océan, ce que M. Chaubard ne dit pas). Il y a lieu de croire que l'Océan n'eût point fait *une* ou *deux fois*, comme le dit notre auteur, *le tour du globe*. En toute hypothèse, on ne peut pas admettre qu'il ait emporté avec lui les terrains, quels qu'ils fussent, qui recouvraient les formations granitiques, et ils devaient être considérables, puisque tous les strates actuels en seraient formés. Une aussi énorme masse d'eau devait comprimer le sol, l'écraser de son poids, l'aplanir; mais l'entraîner, l'emporter, c'est contraire à ce que nous connnaissons des effets des grandes masses d'eau. Ainsi nos grèves, loin d'être sillonnées, creusées, devastées par les eaux de la mer, sont, au contraire, durcies et rendues si compactes, bien qu'elles ne supportent souvent pas plus de quarante pieds d'eau, qu'un cheval qui les parcourt au galop, y marque à peine l'empreinte de ses pieds.

Mais M. Chaubard ne peut pas convenir que les choses se soient passées de la sorte; car alors pas de couches superposées, pas de stratifications, et toute la longue série de terrains sédimentaires lui échappe. Accordons-lui donc que *tout ce prodigieux amas d'éléments siliceux, argileux, calcaires, de carbone, de cailloux de toute sorte, les sables, les coquillages, les polypiers, les végétaux et les cadavres noyés des hôtes de la terre sont tenus en solution ou en suspension* (p. 154) dans les eaux de la mer qui recouvre les continents. Supposons aussi que ce mouvement violent de la mer se ralentit, et voyons ce qui va se passer.

M. Chaubard s'occupe d'abord des terrains de transition.

Que l'on se représente, dit-il, *l'énorme masse des eaux réunies de la mer et de l'atmosphère répandues sur la surface entière du globe, tenant en solution ou en suspension tout ce prodigieux amas d'éléments* dont nous avons parlé plus haut. Aussitôt que le mouvement qui a transporté cette immensité de liquide sur la surface entière du globe aura commencé à se ralentir, tous ces matériaux de transport se seront déposés en suivant les lois de la gravitation. (p. 154.) A la bonne heure, mais alors nul moyen de se rendre compte de ces alternats si nombreux que l'on remarque dans le groupe de transition, du redoublement si fréquent des termes du dépôt dans lequel on compte, pour la seule formation carbonifère, plus de quatre-vingts couches de houille (Belgique). Aussi M. Chaubard joue avec l'Océan comme il a fait avec le globe, pour amener les mers sur les continents. Ce ne sont dans la masse aqueuse que déplacements du liquide, balancements, oscillations, ondulations, mouvements de toutes sortes.

En effet, dit notre auteur, *se déposait-il encore du sable en un lieu, pendant qu'il commençait dans le voisinage à se déposer du calcaire, une ondulation remplaçait le liquide déposant le sable par du liquide déposant le carbonate de chaux, puis le retour de l'eau rétablissant les choses au premier étage, le sable se déposait au-dessus du calcaire et ainsi de suite pour chaque ondulation, jusqu'à ce que le sable ait été épuisé dans ce lieu. Alors le calcaire s'est trouvé jouer le rôle principal, et tout le reste s'est trouvé subordonné. Mais pendant qu'il se déposait, la précipitation ayant lieu dans le voisinage plus promptement, soit parce que l'abondance du carbonate de chaux y était moindre, soit pour toute autre cause, il commençait là à se déposer de l'argile, et les ondulations de l'eau remplaçant alternativement celle qui déposait le calcaire, par celle déposant l'argile et* vice versa, *il se formait des alternats de calcaire et d'argile. Enfin, le carbonate de chaux s'étant presque entièrement déposé, l'argile a dû se déposer seule en alternant avec le reste du carbonate de chaux que les ondulations de l'eau ramenaient sur les lieux. Pendant cette opération, il a pu arriver que des molécules d'argile ou de carbonate de chaux se soient accrochées à des molécules de sable et aient produit des alternances dans le sable. Il est aussi possible que des molécules de calcaire aient accroché des molécules d'argile.* (P. 157.)

Nous le demandons, est-il rien d'arbitraire comme tous ces déplacements des eaux, ici tenant une certaine matière en suspension, là, chargées d'une matière différente, plus loin formant un dépôt d'une troisième nature, etc., etc.? Est-ce ainsi que se comporterait une immense masse de liquide comme celle que l'on suppose ici, et peut-on admettre un instant qu'il se formerait des strates réguliers, nombreux, suivant un ordre jamais interverti, comme ceux que les investigations de la science ont étudiés sur tous les points du globe? Quoi! au milieu de l'épouvantable chaos dans lequel sont confondus tous les matériaux qui recouvraient les roches granitiques et qui ont été emportés avec une violence inimaginable, ces matériaux vont se trier, se séparer, s'arranger de manière qu'il y aura ici du carbonate de chaux sur une vaste étendue, là de l'argile, plus loin du sable, ailleurs du sable et de l'argile, dans un autre endroit de l'argile et du calcaire, etc., et toujours en nappe souvent immense (68*), et cela dans une longue série d'alternats successifs? Est-ce

(68*) Il y a des couches qui ont des centaines de lieues d'étendue en tous sens et qui sont composées des mêmes matériaux fossilés; comment, après l'effroyable bouleversement qui a eu lieu, concevoir dans les eaux la présence de ces matériaux de même nature sur une étendue aussi considérable, et comment expliquer, par des ondulations, leur succession avec des matières d'une nature différente, elles aussi com-

ainsi que nous voyons les choses se passer dans les grandes inondations, qui peuvent nous donner une idée de celle du déluge? Toutes les matières arrachées par les eaux ne sont-elles pas mêlées, confondues, accumulées, jamais disposées par couches? Tout ne dénote-t-il pas dans le dépôt non une stratification régulière, mais un bouleversement, une confusion de tous les éléments entraînés?

N'est-il pas évident d'ailleurs que tous ces mouvements oscillatoires, s'ils avaient pu former quelque chose de semblable à une couche, l'auraient entraînée et détruite un instant après par une oscillation contraire? ou plutôt chaque ondulation n'était-elle pas un obstacle à toute formation, puisque dans son mouvement elle devait emporter les matériaux, au lieu de leur permettre de se déposer?

Mais ces eaux auxquelles on suppose une profondeur de sept ou huit mille mètres (p. 166) n'ont pu éprouver qu'à la surface les oscillations, les mouvements ondulatoires auxquels on a recours ici pour la formation des terrains sédimentaires. Tout le monde sait que l'agitation des eaux dans les plus violentes tempêtes ne se communique pas au-dessous d'une profondeur de quelques brasses. Est-ce dans cet étroit espace qu'il faut placer l'immense quantité des matériaux qui ont formé les strates? Évidemment M. Chaubard ne pourrait l'admettre. Ils étaient donc répandus à tous les étages. Mais alors tous ces balancements du liquide dont vous avez besoin deviennent inutiles; ils ne peuvent absolument rien produire de ce que vous voulez leur faire opérer. Tout ce qu'il est possible d'accorder ici, c'est que les matériaux en suspension à tous les degrés de profondeur se seront précipités au fond du liquide dans la plus complète confusion, parce qu'ils se seront trouvés dans une semblable confusion mêlés à toute la masse aqueuse. Loin d'avoir des précipités homogènes comme le sont ceux que présentent les bancs géologiques, vous ne pouvez obtenir qu'un mélange, une accumulation confuse de toutes les substances divisées par l'eau; rien de semblable à des précipitations successives et d'une seule matière tenue en suspension dans l'eau pendant un certain intervalle, comme on le remarque pour les formations sédimentaires.

Tout atteste que les dépôts dont se composent les couches se sont produits graduellement, avec calme et lenteur. On trouve, par exemple, dans ces couches, une foule de coquillages qui ont conservé leurs pointes les plus fines, leurs arêtes les plus délicates. Comment concilier cette conservation avec l'action si violente qu'on attribue aux flots diluviens?

En terminant cette lettre, je ne puis mieux faire, monsieur l'abbé, que de vous rappeler deux objections empruntées au savant auteur des *Annotations géologiques à la Genèse*, publiées par M. Migne.

« Il existe une foule de bancs *redressés* qui furent préalablement horizontaux, comme le prouve le parallélisme de leurs faces, et c'est de ces redressements que se composent les montagnes, où se montrent à nu les terrains primitifs. Or, si la stratification de ces bancs est due au déluge, leur redressement serait l'œuvre de révolutions postérieures; et ces révolutiens seraient énormes, nombreuses, et d'époques différentes. Or, il n'y a de ces révolutions aucune trace dans l'histoire post-diluvienne.

« Il existe souvent dans les vallées formées par les bancs redressés, qui constituent les montagnes, des bancs horizontaux qui contiennent des fossiles, et qui, étant supérieurs aux premiers, sont d'une formation plus récente. Donc on ne peut attribuer au déluge les deux systèmes à la fois; ou bien il faut admettre que pendant le peu de mois que les eaux diluviennes couvrirent la terre elles firent ce que ne fait pas la mer elle-même depuis tant de siècles; c'est-à dire qu'elles pénétrèrent dans les roches dures, qu'elles les attaquèrent à plus de 1,000 pieds de profondeur, puis réduisirent ces roches à l'état de limon, puis les laissèrent se précipiter; que ces dépôts eurent le temps de se durcir sous l'eau; puis que d'énormes explosions brisèrent ces couches et les redressèrent, puis encore que d'autres dépôts se formèrent à plusieurs reprises dans les vallées formées par les redressements! Nous ne pensons pas qu'il faille discuter sérieusement de telles conséquences (69). »

Vous avez sans doute, monsieur l'abbé, des réponses péremptoires à toutes ces difficultés; ayez la bonté de les publier; vous êtes sûr d'intéresser bien des lecteurs, entre autres l'auteur précité des *Annotations* et votre très-humble serviteur.

Lettre neuvième.

Monsieur l'abbé,

Si je ne m'abuse étrangement, si je sais un peu où en est la science aujourd'hui, si j'ai compris sur quel terrain se trouvent transportés en ce moment les travaux apologétiques et l'exégèse biblique, je pense que les observations que je vous ai soumises dans mes dernières lettres, sur la question du déluge mosaïque, ne sont point sans valeur, et que les difficultés auxquelles est sujette l'opinion de M. Chaubard ont quelque gravité, et doivent être résolues, si vous persistez à soutenir que sa géologie est *biblique*, c'est-à-dire *pense et enseigne comme pensait et enseignait Moïse*. Cependant, quand vous aurez *annihilé* mes précédentes lettres, il vous restera encore une autre série d'ob-

posées de substances homogènes, qui viennent alterner un grand nombre de fois avec les premières? Cette seule difficulté anéantit la théorie de M. de Chaubard.

(69) *Annotations géologiques à la Genèse*, dans le *Cours complet d'Ecriture sainte*, publié par M. l'abbé Migne, t. III, col. 1604, 1605.

jections auxquelles il vous faudra répondre, et dont nous allons aborder quelques-unes aujourd'hui. Armez-vous donc de patience, Monsieur, et soyez un peu touché des embarras que j'éprouve, pour ma part, dans la théorie diluvienne que nous examinons.

Nous avons dit que M. Chaubard s'occupait d'abord de la formation des terrains de transition qui se terminent en groupe carbonifère inclusivement. Cette grande formation se serait opérée, selon lui, pendant les cinq mois que l'Océan a séjourné sur les continents, après la destruction de son bassin. On s'imaginerait d'abord tout naturellement que la série entière des terrains sédimentaires, si elle avait pu se former par l'action des eaux diluviennes, aurait dû s'opérer pendant ces cent cinquante jours. Il n'a pas convenu à notre auteur d'adopter cette idée.

Selon la *Genèse*, *Dieu envoya un souffle sur la terre, et les eaux diminuèrent, et les sources de l'abîme et les cataractes du ciel furent fermées, et les pluies du ciel furent arrêtées*, etc. M. Chaubard traduit hardiment *Clausi sunt fontes abyssi* par ces mots : *l'immense capacité du bassin des mers fut rétablie. Lorsqu'après cinq mois de repos*, dit-il (p. 200), *la terre recommence à tourner sur son axe, tout se rétablit comme auparavant, c'est-à-dire que le globe reprend la forme de sphéroïde aplati sur les pôles, et que les proéminences, alternant avec des enfoncements dans lesquels la mer se retire de nouveau, reparaissent pour former des continents.*

Vous êtes sans doute émerveillé de ce sans-façon théorique, qui arrête et fait tourner si à point sur son axe notre docile planète, pour la plus grande commodité du système de M. Chaubard. Nous avons déjà dit ce qu'il fallait en penser; mais nous n'avons pas tout dit. Ainsi, par exemple, nous aurions pu prier M. Chaubard de démontrer que la forme sphéroïdale que prend le globe, en vertu de la force centrifuge, doit entraîner la formation, à sa surface, de proéminences alternant avec des enfoncements. En effet, que le globe terrestre prenne une forme régulièrement sphérique ou seulement sphéroïdale, il nous semble que l'alternance des enfoncements et des proéminences ne peut pas plus être expliquée dans un cas que dans l'autre. Puisque M. Chaubard suppose aux matières qui composent notre planète une telle élasticité, qu'elles s'arrangent en sphéroïde ou en sphère, suivant que la terre tourne ou s'arrête sur son axe, il n'y a pas plus de raison pour admettre des enfoncements et des proéminences que dans le sphéroïde et dans la sphère. La forme sphéroïdale est déterminée par la force centrifuge, comme la sphère est déterminée par la force centripète, et la première ne doit pas plus permettre l'existence de ces proéminences et de ces enfoncements alternatifs dans une masse qui peut céder à toute son influence que la seconde ne le permet dans la sphère. Ainsi notre théoricien n'a pas de meilleures raisons pour faire rentrer les mers dans leur bassin qu'il n'en a eu pour les en faire sortir.

Accordons-lui cependant toutes ces impossibilités; et, puisque nous l'avons laissé amener l'Océan sur les continents, permettons-lui de l'en retirer.

Lorsque la mer, dit M. Chaubard, *après avoir déposé les terrains de transition, s'est retirée dans ses bassins, elle n'était pas sans doute épuisée : elle tenait encore en suspension des silicates d'alumine, de magnésie, du fer, du carbonate de chaux.* (P. 286.) Et en quelle quantité? On en peut juger par la puissance des terrains secondaires et tertiaires. Ainsi, cinq mois n'ont point suffi à l'Océan pour déposer sur son fond les matières qu'il tenait en suspension dans ses eaux; cela paraît singulier. *Pourquoi* et *comment* ces matières, qui sont, suivant l'auteur (p. 288), les mêmes que celles qui composent les terrains transitaires, ont-elles échappé au dépôt de ces derniers terrains?... Nous sommes trop curieux. Eh bien! n'insistons pas, et arrivons à cette nouvelle formation.

Que l'on se représente, dit M. Chaubard (p. 290), *la mer se mettant en mouvement et envahissant de nouveau les continents par des marées de plus de 200 mètres d'élévation, tenant en suspension tous les éléments minéralogiques dont nous venons de parler, voiturant tous ces matériaux de transport; on va les voir se déposer absolument de la même manière qu'ils se montrent dans les dépôts secondaires.*

Et M. Chaubard, s'emparant de ces eaux et de ces marées de plus de 200 mètres d'élévation, les fait manœuvrer à plaisir, les fait aller et revenir, les mène, les ramène, les promène, leur fait exécuter mille capricieux mouvements, dont le résultat définitif, suivant lui, est la formation des terrains secondaires. Or, savez-vous comment sont composés ces terrains? Des trois termes, sable, calcaire, argile, reproduits périodiquement plus de cinq fois, du propre aveu de l'auteur (p. 224); c'est-à-dire qu'il y a au moins cinq dépôts successifs, formés chacun de trois couches distinctes : la première de sable, la seconde de calcaire, la troisième d'argile. Je n'ai point à examiner si cette division des terrains secondaires est exacte; mais, quant à leur formation par le procédé employé par notre géologue, elle est de tout point insoutenable, ainsi que nous l'avons démontré pour les terrains de transition, et une pareille théorie est directement opposée au principe qui domine aujourd'hui toute la science. Ce principe, qui ne doit plus être ignoré de personne, c'est *que les mêmes causes qui agissent encore à la surface du globe ont produit tous les terrains sédimentaires.* Ce principe, unanimement admis aujourd'hui par les géologues de tous les pays, a tué sans retour la théorie des invasions de la mer. Prenez-en votre parti, monsieur l'abbé, et ne vous flattez point de la faire revivre

Il paraît, dit M. Chaubard, *que la formation de chaque dépôt secondaire et tertiaire (et il y en a au moins cinq ou six, comme nous venons de le voir) a été précédée d'une convulsion du globe, dont l'un des effets a dû être de casser la croûte solide de son enveloppe, de la soulever, et de vomir à sa surface la matière fluide qui a formé le noyau des montagnes, telles que les Pyrénées, les Apennins, les Alpes, etc.* (P. 255.)

C'est commode de *casser la croûte* du globe autant de fois qu'il est nécessaire de se tirer des difficultés dans lesquelles nous jette à chaque pas un système erroné; mais, quand on se met si à l'aise avec les lois qui régissent le monde, et qu'on manie à son gré et l'Océan et le globe lui-même, il faudrait prendre garde, en voulant éviter un embarras, de tomber dans un autre. La matière qui sortait par la croûte cassée du globe était fluide, et les matériaux qu'elle soulevait, c'est-à-dire les terrains de transition et les terrains secondaires et tertiaires qui se formaient, devaient être eux-mêmes dans un état de mollesse et de grande inconsistance. Comment donc cette matière fluide et ces terrains, qui ne devaient être qu'un immense amas de vase, ont-ils pu former des montagnes où le granit a partout des arêtes tranchantes, et dont les flancs sont composés de lits ou de bancs de pierre redressés sous un si petit angle? Je parle d'embarras, je me trompe : il n'y a point d'embarras pour M. Chaubard. Ainsi il a trouvé un moyen de remédier à l'incohérence des matériaux des terrains sédimentaires soulevés au moment de leur formation.

Si l'on s'imaginait, dit-il, *que les eaux dans lesquelles se sont formés les terrains de transition ne différaient en rien de l'eau des mers actuelles, on commettrait une erreur très-grave; car les eaux des mers actuelles n'ont point la propriété de former des pierres dures, telles que les roches de grès, de quartz, de calcaire, etc., pendant que celles du déluge universel avaient incontestablement* (incontestablement!) *toutes les qualités requises pour les produire.* (P. 152, 288, 301.) Et d'où leur était venue cette propriété? Ne vous rappelez-vous pas que, lorsque la formation de transition a commencé à se déposer, le globe est entré en convulsion, que la croûte s'est cassée, qu'il s'est fait une multitude de crevasses? Eh bien! il est sorti par là de la silice, de la magnésie à l'état élémentaire, des agents sulfureux, etc. (*Ibid.*), *et voilà justement ce qui fait...* que nous avons des pierres calcaires de toutes sortes, des grès, du marbre, etc. On pourrait faire, il est vrai, je ne sais combien d'observations là-dessus. Mais, franchement, est-ce la peine? De pareilles inventions sont bien innocentes.

Enfin tous les géologues reconnaissent dans les terrains de stratification des formations, les unes marines, caractérisées par des débris organiques marins; les autres fluviatiles ou terrestres, renfermant des débris organiques se rapportant à ceux des différents animaux qui vivent dans nos rivières et dans nos lacs. Partout on voit les couches marines s'enchaîner aux fluviales et réciproquement. N'est-ce pas là un phénomène qui exclut formellement l'idée des invasions de la mer? Et ce qui prouve encore, pour le dire en passant, que toutes les parties qui composent les couches ont été apportées pour ainsi dire grain à grain par une cause lente, uniforme, tranquille, c'est qu'on trouve des ossements de grands animaux couverts de coquilles adhérentes et qui s'y sont développées.

Encore quelques petites observations auxquelles je vous saurai bon gré de répondre.

1° Vous connaissez, Monsieur, la formation qu'on appelle *nouveau grès rouge*, et vous savez qu'elle vient immédiatement après la formation houillère; qu'elle est, par conséquent, la première des terrains secondaires. Eh bien, l'on a trouvé dans plusieurs carrières creusées dans ce grès (comté de Dumfries, en Ecosse), des empreintes de pieds d'animaux si bien marquées qu'on distingue parfaitement l'empreinte même des ongles. On ne les a pas seulement trouvées dans une couche, mais dans plusienrs couches successives. Sur une seule table enlevée à cette localité, on voit vingt-quatre empreintes de pieds qui se suivent et forment une trace régulière dans laquelle l'empreinte de chaque pied se répète six fois. Une autre de ces traces a de vingt à trente pieds de longueur. Près de Hildburghausen, en Saxe, on a trouvé, dans les mêmes couches de grès, les empreintes de pieds et de pas de certains quadrupèdes. Dans la même formation, on a découvert en cinq endroits différents (vallée de Connecticut, Etats-Unis) des empreintes de plusieurs espèces d'oiseaux parfaitement distinctes. Ces empreintes se succèdent régulièrement et constituent la trace d'un animal dans l'acte de marcher ou de courir, les pieds droit et gauche se montrant toujours à leurs places respectives. Elles sont souvent multipliées, d'autres fois elles se croisent, ou il y a retour sur elles-mêmes. — Expliquer la possibilité de pareilles empreintes sous une mer universelle de sept à huit mille mètres de profondeur.

2° Moïse fait une description topographique du paradis terrestre; il en désigne les fleuves; il en fait remarquer les mines d'or et de pierres précieuses, et donnent les noms des lieux que ces fleuves arrosent, noms qui tirent leur étymologie des enfants de Noé. —Expliquer comment se sont formés, sous les eaux diluviennes, les terrains stratifiés des pays mentionnés par Moïse sans que ces fleuves, antérieurs au déluge, aient été détruits ou dérangés.

3° *Les poissons d'eau douce*, dit M. Chaubard (p. 304), *ont dû se trouver dans une position fort étrange et fort critique!* (Je le crois bien!) *Le fond du bassin était bien plus profond que celui de leur lac, de leur étang, de leur rivière.* (Pas moins de sept à huit mille mètres de liquide sur le dos, et de l'eau limoneuse et salée encore!). *Les rivages étaient*

bien différents, bien plus éloignés (il n'y en avait point !) ; *la fluctuation, la tourmente; bien plus grandes* (assurément !). *Tout cela a dû les dérouter, les rendre le jouet des flots.* (Pauvres bêtes !) *Il est donc fort peu probable qu'il en ait échappé quelqu'un à la destruction.* — Nous dire comment il s'en trouve encore tant d'espèces dans nos eaux douces.

4° Il y a des végétaux à la surface des continents et des îles actuels. On en connaît au moins 50,000 espèces, et on présume qu'il en existe au moins le double. — Expliquer comment se sont conservées les plantes sur une planète où les terrains qui les portaient ont été *emportés* depuis leur plus profonde base, *délayés*, *tenus en suspension* (p. 160) dans un océan universel de sept à huit mille mètres de profondeur, puis déposés, banc par banc, dans une longue série de couches qui ont ensemble plusieurs lieues d'épaisseur moyenne.

5° Vu un pareil état de choses, c'est-à-dire, vu l'état vaseux et limoneux d'un sol récemment pétri et remanié à une profondeur de sept à huit mille mètres, et vu la destruction de toute plante et de tout animal à la surface du globe, dire ce que sont devenus, en débarquant sur cette terre, Noé et son immense cargaison.

6° Enfin, expliquer d'une manière édifiante pour le lecteur, les paroles suivantes de M. Chaubard parlant du déluge : *Ecartons, rejetons donc enfin de la science cette qualification fallacieuse de miracle, que rien ne justifie..... La science ne se fonde que sur des certitudes et repousse les croyances d'habitude, qui, comme celle-ci, manquent de sanction et de fondement.* (P. 191.) Sans avoir fait un travail d'Hercule, comme vous le dites, je crois que j'ai franchi les *colonnes* du héros mythologique. Au moins, monsieur l'abbé, j'attendrai que vous m'ayez démontré le contraire pour continuer cette discussion et aborder les arguments que me fournirait la paléontologie,

Quant au troisième cataclysme, qui aurait eu lieu lorsque Josué arrêta le soleil, il me paraît inutile de nous en occuper (70). En effet, quel que soit celui de nous deux qui restera *noyé* dans le cataclysme mosaïque, la cause est gagnée pour celui qui *surnagera*. Afin donc que le lecteur puisse décider entre nous, ayez la bonté de nous envoyer un peu moins de vers latins ou français, et un peu plus d'arguments géologiques en faveur de votre thèse.

Agréez, monsieur l'abbé, l'hommage de mes sentiments bien respectueux.

M. l'abbé B. persistant à soutenir que les anciens philosophes avaient admis la *création ex nihilo*, nous lui adressâmes la lettre suivante.

Monsieur l'abbé,

Ma quatrième lettre, dites-vous, vous a *fait subir le marture de Sisyphe*, et c'était fait de vous, si, au milieu de vos tortures, les *païens n'étaient venus tout à coup à votre secours*. Eh bien ! je vous en avertis, s'il ne vous vient point d'ailleurs de secours plus efficace, je crains fort que vous ne restiez condamné à rouler éternellement votre rocher. C'est qu'en effet, Monsieur, avec vos pauvres païens, vous n'êtes pas seulement en dehors de la question, mais encore tout à fait à côté de la vérité.

Je pourrais me dispenser de revenir avec vous sur cette question de l'*éternité de la matière*, si inopportunément ramenée dans votre lettre. En effet, que les philosophes païens aient admis ou non l'éternité de la matière, je ne vois pas que *votre rocher* en doive peser moins d'un seul atome. Mais vous êtes bien aise de trouver l'occasion de citer force latin, prose et vers, et de vous envelopper des nuages d'une érudition indigeste pour échapper à l'évidence des raisons qu'on vous allègue. C'est ainsi qu'au désert l'autruche aux abois croit se dérober à la poursuite du chasseur en cachant sa tête dans le sable. Mais prenez garde, la foudre s'engendre dans les nuages, et, nouvel Ixion, vous pourriez bien y être transpercé de ses traits. De toutes les manières, votre position devient critique.

Quoi qu'il en soit, je persiste à soutenir que les philosophes païens, même *les plus notables*, n'ont pas admis la *création* au sens mosaïque, la création *ex nihilo*, et qu'ils ont regardé la matière comme éternelle. Vous qui avez appris tant de choses des muses et des philosophes de l'antiquité, ne vous ont-ils jamais entretenu de ce qu'on nomme l'*hyloïsme?* Le dieu des philosophes païens était *créateur*, comme le potier est créateur du vase qu'il façonne, comme l'horloger est créateur du chronomètre dont il fabrique et dispose les pièces : le premier a son argile, le second son métal. Le dieu de Platon a de même fabriqué, disposé, harmonié le monde, mais il ne l'a pas *créé de rien*, il l'a façonné avec une matière préexistante et éternelle.

Vous prétendez que *je calomnie au moins les plus notables* de ces anciens penseurs, et vous nommez Platon, Aristote, etc. Etendez le bras, Monsieur, et saisissez dans votre bibliothèque le premier livre qui se présentera, il vous répondra comme moi. Lisez le *Timée* de Platon ; lisez les *Etudes sur la Théodicée de Platon et d'Aristote*, par J. Simon ; lisez les *Etudes sur le Timée de Platon*, par H. Martin ; lisez l'*Essai sur la Métaphysique d'Aristote*, par Ravaisson, etc., etc.

Si ces noms ne vous conviennent pas, interrogez de savants ecclésiastiques, auteurs d'ouvrages qui sont entre les mains de tout le monde : professeurs de théologie, d'Ecriture sainte, de philosophie, prédicateurs renommés ; adressez-vous au premier venu.

Ecoutez M. l'abbé Glaire, qui vous a déjà donné une leçon d'exégèse biblique : *Les Hébreux sont le seul peuple de l'antiquité*

(70) Ce prétendu troisième cataclysme sera réfuté à l'article Debreyne.

qui ait cru à la création proprement dite... Toutes les nations de la terre ont supposé que le monde est éternel, que Dieu est l'âme de l'univers, que les âmes humaines en sont une portion, et par une conséquence inévitable, que le monde n'a pas été tiré du néant, c'est-à-dire créé de rien. (*Les livres saints vengés*, t. I^er^, p. 12.) Et plus loin, parlant des Indiens, des Perses, des Phéniciens, des Babyloniens, des Egyptiens, il ajoute : *Jamais aucun de ces peuples ne s'est élevé jusqu'à l'idée d'un Dieu créateur, on ne la trouve nulle part dans les mythes et les philosophèmes des peuples païens.* (*Ibid.* p. 91.)

Ecoutez M. Bautain : *Tout en regardant la matière comme éternelle, la plupart des philosophes anciens, Platon entre autres, la croyaient cependant subordonnée à l'esprit intelligent qui devait la façonner, la mettre en œuvre, et ils trouvaient même dans sa résistance à la main du Créateur la cause première du mal et du désordre qui se montre dans le monde.* (*Psychologie expérimentale*, t. I^er^, p. 143.)

Ecoutez le savant auteur des *Etudes critiques sur le rationalisme contemporain*, M. l'abbé de Valroger : *Bien supérieur au dieu d'Anaxagore et au dieu de Platon, le Dieu de la Bible ne travaille pas sur une matière éternelle, nécessaire, indépendante, qui résiste à sa sagesse ; il ne demeure pas, comme le dieu d'Aristote, renfermé en lui-même, indifférent aux êtres éphémères qui passent et se succèdent dans la série sans fin des générations.* (*Etudes critiques sur le rationalisme contemporain*, p. 231.)

Ecoutez un célèbre penseur italien, l'abbé V. Gioberti ; entre vingt passages je ne cite que celui-ci : *Un des plus anciens égarements de la philosophie, c'est, sans doute, d'avoir abandonné le dogme de la création ; c'est là ce qui enleva au merveilleux génie d'Aristote et de Platon le bonheur de recueillir le vrai tout entier ; c'est là ce qui influa d'une manière si funeste sur toutes les parties de leur doctrine, en leur faisant admettre l'absurde et rétrograde hypothèse de l'éternité de la matière.* (*Introduction à l'étude de la philosophie*, t. II, p. 92.)

Voulez-vous entendre un orateur sacré, pour qui ce n'a pas été peu de gloire d'avoir été jugé digne de succéder aux Ravignan et aux Lacordaire dans la chaire de Notre-Dame ; vous avez nommé l'exact et brillant abbé Plantier : *Si divergents sur la Trinité, Platon et Jésus-Christ s'entendront-ils mieux sur la création? Eh! pas davantage. Jésus-Christ proclame une création rigoureuse, c'est-à-dire la fécondation du néant, et Platon suppose l'existence d'une matière éternelle. Dieu, d'après lui, ne la produit pas, il la façonne ; et ainsi celui qu'il appelle le père de la nature et l'architecte suprême, n'est plus, selon le mot de Bossuet, qu'un artisan vulgaire, pétrissant, comme le potier, une argile dont il n'est pas l'auteur, et montrant plus d'adresse qu'il ne témoigne de puissance.* (Troisième conférence : *Le christianisme est-il le résultat du progrès?* p. 69.)

Voulez-vous en cette matière l'autorité du plus beau nom de la littérature moderne, écoutez Chateaubriand : *Platon prétendait que la divinité avait arrangé le monde, mais qu'elle n'avait pu le créer..... Aristote raisonnait comme Platon sur l'origine de l'univers.... Zénon soutenait que le monde s'arrangea par sa propre énergie.. ; que Dieu, la matière, la fatalité, ne font qu'un.... Selon la philosophie d'Epicure, l'univers existe de toute éternité. Après l'exposition de ces cosmogonies philosophiques, il serait inutile de parler de celles des poëtes.... Dans ces diverses cosmogonies, on est placé entre des contes d'enfants et des abstractions de philosophes ; si l'on était obligé de choisir, mieux vaudrait encore se décider pour les premiers.* (*Génie du christianisme*, liv. III, chap. 1.)

Est-ce assez comme cela? Voulez-vous que je remplisse vingt colonnes de citations semblables? A quoi bon? Au lieu d'unir votre voix à celle de cette noble phalange de savants distingués, vous aimez mieux répéter tout seul à l'écart : *Platon, le divin Platon! on le juge mal, on le traduit mal, on le comprend mal quand on dit qu'il n'admettait pas la création.* Dans votre enthousiasme irréfléchi, peu s'en faut que vous ne disiez avec M. Cousin : *Platon est un Père de l'Eglise.* (*Fragments philosophiques*, t. I^er^, p. 230.) Eh! monsieur l'abbé, prenez donc garde ; c'est vous-même, vous tout seul qui le *comprenez mal.* Personne ne dit qu'il n'admettait pas la *création*, mais tout le monde nie contre vous que ce fût une création *ex nihilo.* Le dieu de Platon arrangea la matière ; avec la matière préexistante il fabriqua l'univers, mais il ne créa pas la matière : encore une fois, il la regardait comme éternelle. Comprenez-vous enfin?

« Oui, Platon rayonne dans l'histoire, comme un astre magnifique. C'est une âme noblement sereine ; et dans ces écrits, on respire un calme solennel, comme celui de l'Océan qui repose ; c'est un écrivain merveilleux. Et lui qui proscrivait de sa république tous les arts d'imagination, leur fait d'honorables excuses, en se parant, dans son langage des plus éblouissantes fleurs que la poésie fasse éclore. C'est un philosophe étonnant, supérieur à Pythagore, émule au moins du fameux fils de Sophronisque ; il plongea, dans la conscience de l'homme et l'essence de Dieu, des regards tour à tour profonds et sublimes ; et quand il enseignait au bord des flots, le rocher sur lequel il était assis n'était pas seulement une chaire pittoresque d'où il dominait la brillante mer d'Ionie, c'était un piédestal du haut duquel il commandait l'antiquité profane. Mais s'il fut un génie, il ne fut pas un prophète ; dans aucun de ses Dialogues ne se rencontrent les préludes des révélations évangéliques. Incarnation, Trinité, création, soin de rattacher tous ces dogmes à la sanctification du monde, voilà le résumé de ce que Jésus-Christ doit être un jour ; voilà aussi tout autant de choses dont le disciple de Socrate ne présente pas un vestige ; et si quatre siècles après sa mort il

avait pu revenir sur le cap autrefois dépositaire et témoin de ses leçons ; si, du haut du Sunium, son ombre avait pu contempler le docteur ensanglanté du Calvaire, au lieu de le saluer pour son commentateur, il se fût étonné d'y voir un contradicteur, ou, pour le moins, un maître, et n'eût pas manqué de lui dire à travers les espaces : « Non, ô sage des sages, je ne fus pas ton précurseur, et tu n'es pas mon héritier ; tu t'inspires de toi-même ! » (M. l'abbé Plantier, *Conférence* citée, p. 71.)

Malgré votre prédilection pour les iambes et les hexamètres païens, dont vous aimez tant à diaprer vos lettres, en guise d'arguments géologiques, vous conviendrez, j'espère, monsieur l'abbé, que les religieux échos de nos chaires catholiques redisent de bien nobles pensées exprimées dans un bien harmonieux langage.

Agréez, monsieur l'abbé, etc.

M. l'abbé B. avait été scandalisé, en lisant nos *Lettres sur le déluge*, de ce que nous n'avions pas admis la nécessité de son universalité. Nous lui répondîmes par la lettre suivante.

> Scripturæ mos est ita loqui de parte tanquam de toto.
>
> (S. Aug., *Epist. ad Paulinum*, LIX.)

Monsieur l'abbé,

Je suis *voltairien*, parce que j'ai dit qu'on pouvait admettre la non universalité du déluge, au sujet de laquelle l'Eglise n'a jamais rien défini. Ainsi l'illustre Bénédictin, Mabillon, était voltairien. Le savant abbé Maupied, l'auteur de l'article Déluge, dans l'*Encyclopédie catholique*, est voltairien. M. l'abbé Glaire, doyen et professeur d'Ecriture sainte à la Faculté de théologie de Paris, est voltairien. Voilà des voltairiens qui ont passé jusqu'ici pour d'assez bons catholiques. Je ne vous cite ni Vossius, ni Deluc, ni la plupart des critiques d'Allemagne et d'Angleterre, tels que Boué, Sedgwick, Conybeare, etc.

Ecoutez M. l'abbé Glaire. Après avoir rapporté les raisons pour et contre l'universalité du déluge, il conclut ainsi : *Quant à nous, nous le dirons franchement, la difficulté nous semble augmenter à mesure que nous étudions davantage la question. A la vérité, les expressions dont s'est servi Moïse semblent indiquer un cataclysme absolument universel. Cependant, comme d'un côté ces mêmes expressions sont susceptibles d'éprouver une certaine restriction dans leur sens; que de l'autre il y aurait, à les prendre dans toute l'étendue de leur acception, des difficultés qui paraissent insolubles, et qu'enfin le but de la justice divine se trouve complétement rempli par un déluge qui détruit toute la race humaine et inonde la plus grande partie du globe, il ne paraît pas entièrement démontré que le récit de la* Genèse *doive, par la seule force des paroles du texte sacré, s'entendre nécessairement d'un cataclysme qui aurait couvert de ses eaux absolument toute la surface de la terre.*

Et plus loin il ajoute : *Dans le cas où l'on ne trouverait aucun autre moyen de résoudre certaines difficultés (car il ne faut pas se dissimuler qu'il en existe de réelles, et que les réponses qu'on y oppose ordinairement ne sont nullement satisfaisantes); dans ce cas, disons-nous, on pourrait légitimement recourir au sentiment contraire, qui fournit des solutions incontestables, mais inadmissibles dans l'hypothèse de l'universalité absolue du déluge.* (*Les livres saints vengés*, t. I^er^, p. 275 et 280.)

Voilà ce qu'enseignent, dans leur chaire des professeurs de théologie, et ce qu'ils publient dans leurs livres. Cela dérange *la moralité d'un cataclysme universel sans restriction;...* comme si cette moralité ne consistait pas dans le châtiment infligé à tous les hommes existant alors, et nullement dans l'universalité du cataclysme, si elle ne fut pas nécessaire, comme on peut le présumer. Au reste, tâchez de vous entendre avec les docteurs de Sorbonne.

> *Non nostrum inter vos tantas componere lites.*

Tout le mal, tout le scandale vient sans doute de ce que M. l'abbé Glaire n'a point encore *fait la découverte* de la géologie *biblique, qui pense et enseigne comme Moïse.* Voilà ce qu'on peut dire pour atténuer ses torts ! Il est certain que son livre est l'antipode de celui de M. Chaubard. Je vous engage beaucoup à lui faire part de votre *découverte*, pour qu'il puisse refondre son ouvrage à la prochaine édition ; car, je le répète, cet ouvrage s'écarte énormément de celui dont vous avez embrassé les opinions. Quant à moi, qui avais fait la *susdite découverte*, probablement avant vous, je suis tout à fait inexcusable. Vous l'avez bien compris. Aussi voyant que le catholicisme ne m'anathématisait pas, vous m'avez fait lancer l'anathème *par un païen.* Ce n'est pas heureusement tout à fait la même chose pour moi ; pour vous, c'est toujours une petite satisfaction. Toutefois, je vais essayer de vous l'enlever, comme tout le reste.

Après avoir cité les deux vers hyperboliques d'Ovide, vous dites triomphalement : *Je crois qu'ici les muses en savent plus que* M. Jéhan. *J'appelle en cause nos quarante mille lecteurs ; qu'ils prononcent : leur décision me trouvera soumis, incliné.* C'est bien du monde et bien de l'humilité !

Vous m'avez mis en goût de citations de vers latins ; je cite donc encore, et je vous dis sur le chalumeau du poëte de Mantoue :

> *Nunquam hodie effugies; veniam quocunque vocaris. Audiat hæc tantum vel qui venit..*

Je prétends donc que les muses dont vous citez le *divin langage* ne disent pas tout à fait ce que vous leur faites dire. Vous seraient-elles devenues moins indulgentes et vous auraient-elles ôté l'intelligence de leur *vaticinium?* Ces démons sont capables de toutes sortes de malice. En effet, de quel

déluge parlent-elles, par la bouche d'un de leurs favoris? De celui de Deucalion, évidemment. Or, *le déluge de Deucalion*, dit Aristote (*De meteor.*, lib. I, cap. 12), *n'affecta que la Grèce, cette partie, entre autres, qu'on appelait Hellade, et fut occasionné par les inondations considérables qui eurent lieu durant un hiver pluvieux.*

Les déluges de Deucalion et d'Ogygès, dans l'Histoire grecque, dit M. Chaubard, *ne sont qu'un seul cataclysme, et l'un et l'autre ne peuvent être qu'un déluge partiel différent de celui de Noé. Il est impossible de se refuser à admettre cette conclusion, dès qu'on examine soigneusement les détails qui y sont relatifs. Si on y a consu maladroitement des traits qui se rapportent évidemment au déluge de Noé, c'est tout à fait mal à propos, car tous les autres détails annoncent un déluge partiel. D'ailleurs le déluge de Noé est antérieur à celui de Deucalion de plus de huit cents ans.* (P. 430.)

Vous le voyez, Monsieur, vous jouez de malheur. Après vous être heurté à gauche contre la Sorbonne, vous allez vous heurter à droite contre M. Chaubard lui-même. Rejetteriez-vous le déluge de Deucalion, dont M. Chaubard a tant besoin pour la formation de certains terrains que vous connaissez? Décidez-vous pourtant. Ou vous rapportez au déluge mosaïque la description du déluge thessalien par Ovide, et vous êtes en contradiction avec le poëte, avec M. Chaubard et avec l'histoire, ou vous reconnaissez que cette description ne doit se rapporter qu'au déluge *partiel* de Deucalion, et vos deux vers, cités en faveur de l'universalité du déluge, feront sourire ces profanes habitantes de la double colline: car ces vers ne sont plus alors qu'une exagération poétique familière à tous les poëtes et plus particulièrement à l'auteur des *Métamorphoses*.

Vous avez de nombreuses objections contre le déluge partiel. Pour échantillon, vous m'adressez celle-ci, comme une des plus fortes, probablement : « Comment s'est-il fait *ici* et pas *là*? Miracle ! » Il s'est fait *ici* et pas *là*, comme celui de Deucalion, par exemple, s'est fait en Thessalie et non en Beauce; comme tant d'autres grandes inondations se sont faites dans un pays et pas dans un autre. Si vous voulez qu'il y ait là *miracle*, je ne m'y oppose pas: n'étant point du tout de *ces Messieurs les érudits* dont vous parlez et qui ne veulent point de miracles. M. Chaubard, lui, n'en veut pas, à propos du déluge : *Ecartons, rejetons donc enfin de la science*, dit-il, *cette qualification fallacieuse de miracle que rien ne justifie. La science repousse les croyances d'habitude, qui, comme celle-ci, manquent de sanction et de fondement.* (P. 191.)

Permettez-moi une petite digression à l'occasion de ce singulier passage du livre que vous défendez. Vous avez *découvert* la géologie *biblique* de M. Chaubard ; n'auriez-vous point aussi par hasard *fait la découverte* d'un autre ouvrage du même auteur, intitulé : *L'Univers expliqué par la révélation*. Celui-là est bien autrement curieux que le premier. En voici quelques propositions qui sont pour moi, entre mille autres, de véritables logogriphes dont je vous prie de me donner le mot, si vous l'avez.

« Sous le point de vue de la mobilité pendant l'action, Dieu a le mouvement infini; or, dans le cas du mouvement infini, le mobile étant partout en même temps, il s'ensuit que Dieu agissant est par tous les points de l'immensité de l'espace en même temps. Il suit encore de là que *Jésus-Christ étant Dieu et homme tout ensemble, son humanité est partout en même temps avec sa divinité*, conséquence rigoureuse et incontestable, quelque mystérieux que puisse être le fait. » (Page 48.)

Voilà pour la théologie. Voici pour la science :

« La lune n'est point, comme on le dit, une sorte de miroir; *sa lumière n'est point une lumière empruntée au soleil.* C'est, au contraire, une lumière bleue et non un rouge-orangé comme celle du soleil, une lumière dénotant un foyer ou un astre électro-négatif. » (Page 424.)

Je me hâte de redescendre dans notre monde sublunaire, car je me perdrais immanquablement dans celui-là.

Vous ne trouvez pas de difficultés à la réunion de tous les animaux dans l'arche. Ni moi non plus, Dieu intervenant. Mais si vous rejetez le miracle avec M. Chaubard, j'éprouve quelque embarras.

Quant aux poissons, ceux d'eau douce, par exemple, tout en admettant ce que savent si bien *le plus petit pêcheur, le plus simple agriculteur*, je n'en suis pas moins un peu embarrassé. Car, veuillez bien le remarquer, Monsieur, il s'agit ici d'un sol *emporté*, suivant M. Chaubard, *remanié*, *délayé* dans une mer universelle et salée de sept à huit mille mètres de profondeur, puis déposé couche par couche dans une épaisseur moyenne de sept à huit mille mètres aussi. Il y a peu de pêcheurs, peu d'agriculteurs qui aient fait cette expérience sur le frai des poissons d'eau douce. Voilà pourquoi je conserve toujours quelque doute sur leur conservation par le moyen que vous indiquez.

Vous êtes, monsieur l'abbé, d'une modestie qui vous honore infiniment; vous estimez votre science géologique *zéro tout juste*. Après cela, vraiment on n'a plus le courage de combattre vos illusions théoriques sur ceci ou sur cela. Mais alors il serait bon d'associer la prudence à la modestie, et de ne pas vous hâter de proclamer l'*insuffisance* scientifique de tel ou tel ouvrage apologétique, ou l'orthodoxie exclusivement biblique de tel ou tel autre.

Croyez-moi, Monsieur, ne vous portez pas défenseur si zélé, si exclusif, d'un livre ni d'un homme, quel qu'il soit, surtout quand il s'agit de problèmes si élevés, de questions si difficiles, se rattachant à nos livres saints et à la révélation. En cette matière, tel édifice qui paraît solide, inébranlable aujourd'hui, s'écroulera demain. Dans cer-

taines régionsde la science, nous ne pouvons obtenir que du provisoire, que du probable, rien d'absolu, rien de définitif. Marchons donc pas à pas et tout doucement sur ce terrain; il y a des précipices autour de nous; ne l'oublions pas, et craignons d'y mettre le pied.

De tout ceci, je conclus, monsieur l'abbé, que vous n'avez point eu raison de crier : *Triomphe pour le système de M. Chaubard!* ni d'affirmer que je suis *noyé, bien noyé dans mon partiel déluge.* Je vous ai donné des noms trop vénérables, des autorités trop imposantes, pour que vous ne reveniez pas un peu sur un arrêt porté sans doute *ab irato*. Quant à vous personnellement, je vous conseille de vous réfugier promptement dans l'arche; car le flot monte, monte, monte.... S'il allait être universel!....

Quoi qu'il arrive, vous me trouverez toujours empressé à vous *tendre la main*, comme vous vous empresseriez vous-même sans doute de me *jeter une planche*, si vous me voyiez sur le point de faire naufrage.

C'est avec ces sentiments que j'ai l'honneur d'être, monsieur l'abbé, votre bien respectueux et tout dévoué serviteur.

L.-F. JÉHAN (de Saint-Clavien).

Appendice à l'article CHAUBARD. — M. Chaubard a publié un livre intitulé : l'*Univers expliqué par la révélation;* nous en avons déjà parlé dans une des lettres précédentes. Nous croyons devoir y revenir ici, parce que ce livre, qui invoque la Bible à chaque page, fait illusion aux personnes peu versées dans les sciences, et qu'il n'en est point de plus propre à les jeter dans les plus étranges erreurs, ainsi qu'il est arrivé à M. l'abbé B. et au R. P. Debreyne. M. Maupied lui-même, a appuyé sur l'autorité de M. Chaubard une théorie très-malheureuse, réfutée par l'auteur de la critique du livre de M. Debreyne. (*Voy.* DEBREYNE.)

M. Chaubard ne pouvant se dissimuler les étrangetés de toute nature que renferme son livre, s'en explique ainsi dans son avant-propos :

« Pourquoi s'effrayer ainsi à la vue de ces innocentes nouveautés théologiques? Est-ce parce qu'elles sortent de la plume d'un laïque? Mais qu'est-ce qui empêche un laïque, maître de tout son temps, d'étudier le dogme catholique et de le connaître tout aussi bien que tel membre du clergé d'aujourd'hui, dont la majeure partie du temps, absorbé par les fonctions du ministère, lui permet si difficilement les profondes études? D'ailleurs il faut prendre garde qu'il est aujourd'hui dans son organisation politique un vice énorme, qui ne permet pas au clergé français de mettre en avant de telles nouveautés. Dans notre révolution, nous avons détruit le tribunal devant lequel le clergé du second ordre portait ses appels comme d'abus de la sentence injuste de l'évêque; et comme on ne l'a remplacé par rien d'équivalent, il en résulte que ce clergé du second ordre se trouve placé sous l'arbitraire le plus absolu des évêques, sans que ceux-ci l'aient ni cherché ni désiré. Aujourd'hui un prêtre français ne peut dire ou penser autre chose que ce que son évêque veut qu'il dise ou qu'il pense, sous peine de se voir interdire le ministère, c'est-à-dire sous peine de se voir réduire à la mendicité. On leur prescrit un traité de théologie bon ou mauvais, car il y en a de tels, pour l'apprendre au séminaire. On l'apprend tant bien que mal, et l'on se donne bien de garde de s'en écarter en rien, même quand on juge que c'est faux et mauvais. On dissimule : ne faut-il pas plier devant une nécessité inexorable? De là cette circonspection craintive, cet esprit de servilisme, cette timidité de pensée qui caractérise les membres du clergé de notre époque. Voilà pourquoi tout ce qui a un aspect de nouveauté les offusque, et pourquoi ils s'accoutument si difficilement à tout ce qui diffère ou s'écarte un peu de ce qu'on leur fait apprendre au séminaire. Il en est d'ailleurs à peu près de même du haut clergé. Sorti de leurs rangs et façonné par une longue habitude à cette circonspection craintive, il se trouve forcé d'y rester lors même qu'il désirerait en sortir, par la crainte de voir les autres évêques se séparer de lui. En de pareilles circonstances, c'est aux laïques que leur position rend indépendants et qui jouissent de toute leur liberté de pensée, à mettre en avant ces nouveautés qu'un clergé ainsi organisé n'oserait jamais prendre sous sa responsabilité. Au reste, quand même il serait échappé à l'auteur de l'*Univers expliqué par la révélation* de dire dans ces nouvelles théories quelque chose d'inexact, d'hérétique même, ce qui est bien difficile lorsqu'on n'admet les conséquences logiques qu'après une preuve confirmative, comme il l'a fait, cette erreur serait sans gravité; car, à proprement parler, la partie morale de cette philosophie n'étant autre chose qu'une œuvre de remplissage, il serait fort aisé de la faire disparaître sans porter la moindre atteinte à tout le reste; et d'ailleurs, la chose étant ainsi, il est loisible à tout le monde de se l'arranger à sa guise. Que l'on prenne garde de s'y tromper, cette partie morale quelque défectueuse, quelque imparfaite qu'elle puisse paraître aux yeux de la scolastique, n'en restera pas moins, parce que son importance pour réfuter les panthéistes et pour résoudre plusieurs questions difficiles de la théologie, ne permettra jamais de la mettre de côté. »

Assurément ce n'est pas seulement la partie morale du livre qui est *défectueuse*, mais aussi, et surtout, la partie scientifique. Les inconvenances de cet *avant-propos* peuvent donner une idée du ton affirmatif et tranchant qui règne dans ce livre, dont nous allons citer quelques passages, pour l'édification du lecteur.

—

« Le calorique rayonnant des physiciens de nos jours n'est qu'une chimère, une hypothèse séduisante. Dans la réalité c'est tout autre chose. *Les corps de l'univers font entre*

eux des échanges réciproques de leur force exubérante de différent nom; selon qu'il y a de l'avantage ou du désavantage à cet échange pour l'un de ces corps, sa température augmente ou diminue. Par exemple, un corps reçoit-il plus de force positive qu'il n'envoie de force négative ou vice versa, *l'échange se fait à son avantage et il y a en lui accroissement de température. Ce corps, au contraire, reçoit-il moins de force positive qu'il n'envoie de force négative ou* vice versa, *l'échange a lieu à son désavantage et il y a en lui diminution de température.*

« Pendant la nuit le soleil n'envoie de la force positive qu'à l'espace qu'il éclaire au-dessus de notre hémisphère. De son côté la terre envoyant de la force négative exubérante à ce même espace dont elle ne reçoit rien ou presque rien, l'échange se fait ainsi à son désavantage. Par conséquent la température de sa surface doit se refroidir, et ce refroidissement doit être d'autant plus grand que le ciel se trouve plus serein. » (P. 171.)

—

« *La lumière du jour, si improprement dite lumière solaire, n'est autre chose que la vaste, l'immense réunion de cette prodigieuse et infinie quantité de petites et faibles étincelles simultanément et sans cesse produites à la surface du globe terrestre, par l'alliance de la force positive émise par le soleil avec la force négative que la terre exhale continuellement.* Cette lumière est rouge-orangé lorsque le ciel étant serein les échanges se font sans obstacle ; mais à mesure que l'interposition des vapeurs aqueuses diminue l'activité de ces échanges, elle tend à devenir bleue de plus en plus. » (P. 183.)

—

« *Nous pouvons partir de l'idée éternelle de la matière en Dieu, et à l'aide de la révélation, lui voir franchir par la toute-puissance de la parole divine la ligne de démarcation qui sépare les choses intellectuelles des choses corporelles.* Supposez en effet une molécule élémentaire de matière isolée : sa ténuité est telle qu'au delà de cette ténuité il ne saurait plus y avoir matière. Divisez-la en deux parts par la pensée, et vous n'avez plus qu'une chose intellectuelle, l'idée de la matière en Dieu avant sa réalisation. Réunissez ensuite par la pensée les deux parts séparées de cette molécule de matière élémentaire, vous retrouvez la matière. On va vous dire qu'en ce peu de mots vous avez deux fois franchi un précipice sans fond, celui qui sépare le monde intellectuel du monde matériel ; mais ce n'est là autre chose que de l'argot philosophique ou plutôt psychologique. » (P. 213.)

—

« *Dans tout le règne minéral ou inorganique, rien ne peut se former ni se décomposer, ni se mettre en mouvement sans que l'action de la parole divine n'intervienne, ou sans l'intervention de la lumière calorique qui est l'action incessante de la puissance créatrice sur la matière de l'univers.* » (P. 224.

—

« Quand il se forme un corps nouveau, les molécules rudimentaires étant les unes du genre mâle, les autres du genre femelle, il est aisé de prévoir la limite des proportions dans lesquelles va s'opérer la nouvelle combinaison, car chaque molécule ou atome d'un genre doit nécessairement se grouper soit avec une seule, soit avec deux, soit avec trois, quatre au cinq molécules de l'autre genre. Et l'on conçoit aussi qu'il ne peut absolument se faire de combinaisons intermédiaires. » (P. 246.)

—

« *La métempsycose n'est autre chose que la transmigration de l'agent vital d'un corps dans un autre. Or cette transmigration n'étant évidemment autre chose que la lumière calorique abandonnant un corps pour en former un autre, il en résulte évidemment que ce dogme païen tant ridiculisé, tant conspué par des esprits superficiels, est absolument identique avec la vérité déduite dans le corollaire précédent.* La métempsycose est donc une de ces vérités de la philosophie du premier monde qui a passé au travers du déluge universel, comme tant d'autres qui se retrouvent dans les mythes des peuples d'origine antique. » (P. 145.)

—

« 1° *La lumière sidérale est un effet de l'échange réciproque qui a lieu entre les corps célestes de leur force superflue ou dominante de différent nom;* 2° *l'alternative de lumière et de ténèbres incomplètes, qui règne sur chaque hémisphère du globe terrestre, provient de ce que, pendant le jour, l'hémisphère qui se trouve en face du soleil fait avec cet astre un échange très-actif de cette force prépondérante et exubérante, tandis que, pendant la nuit, ce même hémisphère se trouve en face des astres situés dans la partie opposée du ciel, et avec lesquels l'échange des forces de différent nom se fait sans activité.* On doit remarquer à ce sujet que le phénomène du jour et de la nuit est inexplicable dans l'hypothèse de Newton qui suppose que la lumière qui vient du foyer solaire. Car s'il en était ainsi, la terre même pendant la nuit serait enveloppée par cette lumière et roulerait au milieu d'elle ; en sorte que l'obscurité serait impossible. » (P. 163.)

—

« Au point où la science est aujourd'hui parvenue, il est presque impossible de douter que les deux forces de la lumière calorique n'emportent chacune avec elle des molécules élémentaires des corps décomposés par leur action divergente. Il suit de là que *la force positive provenant du soleil nous apporte des molécules électro-négatives de matière élémentaire, tandis que la force négative provenant de la terre en emporte d'électro-positives. Par conséquent il doit y avoir dans l'air atmosphérique, avec*

ces deux forces positive et négative échangées entre le soleil et la terre, des molécules mâles et femelles de la matière élémentaire de l'univers qui échappent à l'analyse chimique, mais dont il est fort difficile de douter quand on médite sur le fait suivant.

« Plusieurs physiciens, tels que Schrader, Braconnot, etc., ont semé des graines de cresson dans diverses poudres comme celles de fleurs de soufre, d'acide silicique (silice) pure, d'oxyde plombique, de la cendrée de plomb, etc., corps dont on connaît parfaitement la composition. On arrosa ces semences avec de l'eau consciencieusement distillée et elles végétèrent assez bien. En coupant la plante au fur et à mesure qu'elle poussait, on parvint à s'en procurer une assez grande quantité que l'on fit sécher et que l'on réduisit en cendres. Un seul gros de ces graines donna plusieurs gros de cendres. Ces cendres analysées contenaient les mêmes alcalis, terres, sels, qui se trouvent dans la cendre des plantes qui ont végété en pleine terre, et qui ont été arrosées par l'eau de pluie ou de source ; c'est-à-dire, qu'elles contenaient de l'alumine, des phosphate et carbonate calciques, du carbonate de magnésie, du sulfate et du carbonate potassiques, de l'oxyde ferrique. Or ces substances n'existant ni dans la poudre servant de sol à la plante, ni dans l'eau distillée qui a servi à l'arroser, il faut nécessairement qu'elles proviennent de l'air, et alors comment s'expliquer leur présence dans l'air, autrement qu'en admettant qu'elles y sont continuellement voiturées par l'échange des forces positive et négative qui se fait entre le soleil et la terre ?

« La poussière atmosphérique se fait remarquer non-seulement dans nos appartements où on la voit voltiger lorsque le soleil y pénètre, mais encore au milieu des mers, ce qui force à penser qu'elle ne provient point uniquement de la terre. Or rien ne s'oppose à ce qu'on l'attribue à l'alliance des molécules que poussent devant elles les forces négative et positive que le soleil et la terre échangent continuellement. » (P. 165.)

—

« *Il faut désormais bannir de la catégorie des vérités dues au grand Newton les propositions suivantes :*

« 1° *Que l'attraction ou force centripète agissant en raison inverse du carré des distances est une force simple, et invariable.*

« 2° *Que le mouvement des planètes au périhélie est accéléré tandis qu'il est retardé à l'aphélie.*

« 3° *Que le soleil est un foyer de lumière et de chaleur.*

« 4° *Que la lumière et la chaleur croissent en raison inverse du carré de la distance comme la force de gravitation.*

« Il est même assez surprenant que l'on ait été jusqu'à présent sans soupçonner l'erreur de ces deux dernières thèses, surtout quand on remarque qu'elles conduisent à deux absurdités pour ainsi dire palpables, savoir : 1° que sur l'hémisphère boréal que nous habitons, il doit faire plus chaud en hiver qu'en été, vu que la terre alors se trouve plus près du soleil de cent millions de lieues au moins qu'en été. 2° Que dans le pôle austral, il devrait se fondre chaque été une plus grande quantité de glace que dans le pôle boréal. Pour faire passer dans la science les subtilités au moyen desquelles les newtoniens prétendent rendre compte de ces contradictions, avec les faits avérés et connus de tout le monde, il n'a pas moins fallu que le prestige jeté sur cette matière par le génie du célèbre géomètre anglais. » (P. 411.)

—

« C'est en pure perte que le célèbre Lagrange s'est mis en grands frais d'analyse pour soumettre au calcul les conséquences de la rotation de la lune sur elle-même, et sans doute M. Biot n'y avait regardé qu'à demi, quand il a qualifié de *beaux théorèmes* les résultats de cette chimérique analyse. En vérité, si l'on ne savait avec quelle force irrésistible la soif des louanges pousse les savants de Paris, quelque recommandables qu'ils soient, à pratiquer les uns envers les autres, et surtout envers les académiciens, la maxime des contrats *do ut des*, *facio ut facias*, on serait parfois tenté de croire qu'ils ne parlent point au sérieux, et qu'ils se moquent les uns des autres en portant jusqu'aux nues le mauvais comme le bon. » (P. 419.)

—

Voyons à quoi a conduit le beau phénomène des phases de la lune, contemplé et observé par tous les savants qu'a produits l'humanité, depuis le commencement du monde jusqu'à nous, et laissons parler ici l'Académie elle-même par l'organe d'un de ses plus habiles membres.

« Si la lune est un corps opaque, quel est « le flambeau qui l'éclaire ? Pour le découvrir, observons la suite de ses phases. « Nous les voyons liées de la manière la plus « frappante à des sespositions successives « par rapport au soleil. Lorsque la lune est « entièrement lumineuse et qu'elle passe à « minuit au méridien, le soleil est sous l'horizon : la face qu'elle nous présente est « donc éclairée par cet astre et doit nous ré « fléchir sa lumière, pourvu toutefois qu'elle « soit assez éloignée de nous pour n'être pas « enveloppée dans l'ombre de la terre. Au « contraire, lorsque la lune et le soleil paraissent sous l'horizon en même temps, la « face éclairée de la lune étant toujours tournée vers cet astre, nous ne la voyons point « ou nous ne l'apercevons qu'en partie, et « celle qui est tournée vers nous est dans « l'ombre. Généralement, lorsqu'une partie « du disque de la lune nous paraît éclairée, « cette partie est toujours opposée au soleil, « et placée de manière à pouvoir nous réfléchir sa lumière. *Il faut donc conclure de « ces rapports*, qu'en effet la lumière que ce « corps nous renvoie est celle qui lui vient « du soleil. » (Biot, *Astr.*, II, p. 352.)

« Ce raisonnement qui, d'ailleurs, se re-

trouve partout, n'est autre chose qu'un sophisme, car de ce que la face lumineuse de la lune est toujours tournée du côté du soleil, il ne s'ensuit nullement que sa lumière soit celle du soleil.

« Ainsi l'observation cumulée de tous les savants, grands et petits, depuis le commencement des siècles, ou au moins depuis la sortie de l'arche après le déluge, nous a conduits à une erreur, et, ce qui est bien plus fort, à une erreur qui tombe sous les sens. » (P. 1426.)

CHAUX. *Voy.* l'*Introduction.*

CHÉLONIENS. *Voy.* REPTILES.

CHÊNES, CHARMES, NOYERS, ORMES, etc., *première apparition.* — *Voy.* FALUNIEN.

CHEVAL, *première apparition.*—*Voy.* SUBAPENNIN.

CLOISONS DANS LES COQUILLES DES CÉPHALOPODES. *Voy.* CÉPHALOPODES.

COLUMELLE. *Voy.* GASTÉROPODES.

COMÈTES. — Que pensent de ces astres étranges les cosmogonistes modernes? M. Marcel de Serres veut que ces amas de vapeurs se condensent, se solidifient et deviennent des planètes. Il parle de ce phénomène de transformation comme d'une chose incontestée, quoiqu'il ne puisse en citer même un seul exemple.

« Ces astres, dit-il, pourvus le plus souvent d'une atmosphère très-étendue, nommée queue, circulent autour du soleil suivant des lois régulières, et se meuvent comme les planètes, à cela près que leurs orbites sont des ellipses très-allongées. Ils décrivent donc des orbes plus ou moins dépendants de l'attraction des planètes, mais presque entièrement déterminés par l'attraction prépondérante du soleil. Aux premières époques de leur formation, ces astéroïdes finissent peut-être par devenir dans le cours des siècles des astres assez analogues aux planètes, quant à leur constitution physique. La condensation des vapeurs dont elles sont formées les y ramène, et cette condensation leur fait perdre ces immenses prolongements de leurs atmosphères, ou leur queue. Les comètes qui les ont perdues sont les plus anciennes et les plus avancées, puisqu'elles ne s'en montrent privées qu'après un grand nombre de retours successifs.

« Parmi les comètes qui ont perdu leur queue, on peut citer celle à courte période, qui fait sa révolution dans l'espace de trois ans et un tiers. Son orbite actuelle est si peu ancienne, qu'elle ne paraît pas remonter au delà de 1786.

« Probablement, lorsque les molécules gazeuses qui composent les astres nouveaux seront complétement condensées, ces corps célestes disparaîtront tout à fait comme tant d'autres, dont la petitesse du noyau est telle, qu'il n'est plus possible de les apercevoir au milieu de l'immensité de l'espace.

« Les comètes sont donc aux premières époques de leur formation; par cela même, elles tendent constamment à se condenser, à s'approcher de l'état solide; elles finissent même par être plus ou moins analogues aux autres corps planétaires.

« Dans l'état où certaines comètes se présentent à nous, les plus légers nuages, qui flottent dans les couches supérieures de l'atmosphère, et qui, au coucher du soleil, semblent comme inondés de lumière, sont des corps denses et massifs comparativement à la contexture déliée et légère de ces astres. Mais, par suite de la condensation des vapeurs qui les composent, les comètes finissent par avoir vers leur centre un noyau plus dense que celui qu'elles possèdent aux premières époques de leur formation.

« L'état de condensation, vers lequel tendent toutes les comètes, rend leur retour souvent impossible ou du moins bien difficile à fixer; car si le rapprochement de la matière qui les compose a lieu d'une manière rapide, elles perdent la plus grande partie de leurs atmosphères et sont réduites à de très-petites masses. Elles deviennent alors à peu près invisibles avec les meilleurs instruments. On ne les retrouve plus dans l'immensité du ciel.

« Ces astres portent en eux-mêmes les preuves de leur peu d'ancienneté. Ils sont distincts des planètes, en ce qu'ils décrivent des orbites très-allongées et dans tous les sens indifféremment. On ne saurait les confondre avec les aérolithes, puisqu'ils sont assujettis à des lois plus régulières qui permettent de déterminer leurs mouvements.

« En second lieu, leur peu de densité est manifesté par leur apparence vaporeuse et la transparence de quelques-uns à la lumière des étoiles, qu'ils laissent passer sans lui faire éprouver la moindre déviation ni la plus légère altération.

« La différence des comètes aux autres astres est aussi sensible sous le rapport de leurs autres propriétés physiques. Ainsi, la nébulosité et la queue qui les accompagnent témoignent de l'immense atmosphère qui les enveloppe. Cette atmosphère se condense à chaque révolution de l'astre, vers le périhélie, et d'une révolution à l'autre, en vertu du refroidissement.

« Les comètes ne diffèrent pas moins entre elles que des autres astres, soit stellaires, soit planétaires; ce qui fournit une preuve assez positive de l'état éminemment transitoire où elles se trouvent actuellement, et qu'elles ne sont point parvenues à un état vraiment définitif.

« Les unes ne sont qu'une nébulosité légèrement condensée vers le centre; les autres paraissent avoir un noyau solide. Ces noyaux varient d'ailleurs dans le degré de leur transparence, de leur éclat et de leur opacité. Les différences relatives à leur queue, à sa forme, à sa direction, à sa longueur et à son éclat, ne sont pas moins remarquables (71). »

Il dit encore plus loin : « Les états divers dans lesquels ces astres se présentent à nous, les phases, les modifications qu'ils subissent dans leurs cours, annoncent qu'ils

(71) *De la création de la terre*, p. 155.

sont aux premières périodes de leur formation ; dès lors il est rationnel de les considérer comme des astres nouveaux qui, comme les autres corps célestes, tendent à prendre un état fixe et stable, pareil à celui qu'ont acquis les planètes du système solaire. En effet, les comètes passeront peut-être un jour à l'état de planète, en ce qui concerne l'excentricité et l'inclinaison de leur orbite.

« D'un autre côté, on ne doit pas perdre de vue que les comètes, ainsi que l'a présumé Laplace, paraissent d'origine étrangère au monde que nous habitons. Aussi les comètes y sont entraînées à peu près par hasard, cédant à l'action prépondérante du soleil, dont elles s'étaient trop approchées (72). »

Dans sa construction de notre monde planéto-solaire, Laplace, embarrassé des comètes nombreuses qui s'y meuvent dans toutes les directions, les supposa une importation étrangère ; c'était plus commode. M. Marcel de Serres prétend qu'elles sont *entraînées* chez nous *à peu près par hasard*... M. Marcel de Serres sait cela, et il le dit pour donner du relief à l'harmonie du monde.

A l'article Nébuleuses, nous verrons que M. Godefroy, se fondant aussi sur la science, est loin de reconnaître cette prétendue condensation ou solidification des comètes en planètes nouvelles. M. Godefroy veut bien admettre, avec Laplace, l'origine étrangère des comètes, au moins de quelques-unes ; mais il rejette sur leur formation primitive l'hypothèse du célèbre géomètre. Il y substitue la sienne, que le lecteur appréciera tout à l'heure.

« M. Laplace, dit M. Godefroy, considère les comètes comme de petites nébuleuses errant de systèmes en systèmes solaires, que le soleil, lorsqu'elles parviennent dans les parties de l'espace où son attraction est prédominante, force à décrire des orbes elliptiques ou hyperboliques, dans tous les sens et sous toutes les inclinaisons à l'écliptique (73). »

« Ainsi, dans le système de M. Laplace, comme dans le système de Descartes, les comètes sont étrangères à notre monde planétaire. Les comètes seraient donc les messagers chargés de publier, dans tout le domaine de la création, l'unité d'origine des divers systèmes célestes, et la communauté de rapport qui lie entre elles toutes les parties de cette création. Cette mission est assez importante pour que nous soyons dispensé d'assigner à ces astres errants un autre rôle dans le système de l'harmonie universelle.

« Newton supposait que les comètes ne traversaient notre monde planétaire que pour retarder ou accélérer, par leur passage, les diverses parties de ce système, et pour ramener dans leurs orbites les planètes que l'attraction mutuelle en avait dérangées. L'observation et la théorie sont loin d'avoir confirmé cette hypothèse.

« Jusqu'ici on avait cru que les comètes allaient sans cesse en s'affaiblissant ; qu'après quelques révolutions successives autour du soleil, toutes les molécules dont elles se composent se dispersaient dans l'espace pour ne devenir un obstacle au mouvement des planètes, en tant que corps, que quelques nouvelles perturbations. Ces conjectures qu'on disait appuyées sur des observations directes ne se sont pas réalisées (74).

« Les astronomes n'étaient pas moins fondés dans leurs conjectures sur la résistance que l'éther devait opposer à la marche des planètes et des autres corps célestes, et sur les dérangements qui devaient en résulter. Les calculs de M. de Pontécoulant et ceux de M. de Rosenberg, sur le dernier passage de la comète de Biela par le périhélie, établissent que les mouvements de cette comète sont absolument indépendants de la résistance que lui opposeraient les milieux éthérés qu'elle traverse dans son immense orbite.

« Il résulte de ces dernières investigations de la science que la résistance de l'éther, qui a donné lieu à tant de systèmes monstrueux, n'a aucun fondement, ou du moins que cette résistance, si elle existe, ne peut altérer en aucune façon l'admirable disposition des choses, parce que la puissance matérielle est si éminemment supérieure à celle de ces *amas de vapeurs subtiles, en comparaison desquels les nuages les plus déliés, qui flottent dans les plus hautes régions de notre atmosphère, peuvent passer pour des corps denses et massifs* (76).

« On a dit de Descartes, que les comètes étaient ses plus terribles ennemis. Ne pourrions-nous pas en dire autant de M. Laplace? La marche de quelques-uns de ces corps étranges ne se concilie pas mieux avec l'existence d'une atmosphère immense autour du soleil qu'avec le système des tourbillons.

« Dans l'hypothèse de M. Laplace, l'éther

(72) *De la création de la terre*, p. 184.

(73) *Expos. du syst. du monde*, p. 414.

(74) « J'ai dû saisir avec d'autant plus d'empressement cette occasion de combattre une erreur fort accréditée, dit Arago dans son intéressante *Notice sur la dernière apparition de la comète de Halley*, que je crains d'avoir un peu contribué à la répandre. » (*Ann.* 1836.

(75) S'il était nécessaire de prendre un nouvel élément en considération, pour expliquer la diminution du grand axe de l'ellipse de la comète d'Encke à chacune de ses révolutions, nous le trouverions dans ces molécules qui circulent autour du soleil dans le plan de son équateur, en offrant toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de résistance aux planètes tant à cause de leur extrême rareté, que parce que leur mouvement est le même que celui de ces planètes. (Godefroy.)

(76) Herschell, *Traité d'astronomie*, p. 586, 587.

« La nébulosité dont sont formées les comètes est excessivement rare, puisque elle n'altère en aucune façon l'éclat des étoiles de 12e ou 11e grandeur, aussi bien visibles derrière cet écran que s'il n'existait pas, tandis qu'elles sont complétement effacées par une brume légère de quelques pieds d'épaisseur. » (M. Mutel, *Traité d'astron.* p. 356.)

paraît plus considérable dans le voisinage du soleil, on attribuait cet accroissement de volume à la dilatation de toute leur masse volatilisée par l'action des rayons solaires. Les comètes, en s'éloignant du foyer de la chaleur, se refroidissaient, et diminuant progressivement de volume par suite de la condensation des gaz, elles devaient acquérir un noyau solide, et devenir ainsi des globes semblables à nos planètes. Telle était l'opinion généralement admise, lorsqu'on songea enfin à soumettre ces prétendus corps planétaires à des observations précises, et l'observation prouva que les comètes se dilatent d'une manière prodigieuse, et acquièrent des dimensions de plus en plus énormes à mesure qu'elles s'éloignent du soleil (82). Ce fait inexplicable (83) témoigne de toute son imposante autorité que les comètes sont des astres à part, restés dans leur premier état de formation (84), et que leur état stationnaire dérive de leur homogénéité ou de la parité de leurs molécules élémentaires. Or, il est infiniment probable, et tout indique, que cette condition de nos comètes est aussi la condition des nébuleuses, comme elle est infailliblement la condition de ces zones atmosphériques qui réfléchissent dans nos espaces planétaires la lumière zodiacale (85). »

On remarquera que la théorie de M. Godefroy sur la formation des comètes n'est pas moins singulière que toutes celles qu'on a imaginées jusqu'à lui. Supposer surtout qu'elles ont une existence antérieure à la formation du soleil et des étoiles, est une idée passablement originale. M. Marcel de Serres a lieu de s'étonner qu'elles ne se soient pas encore condensées en planètes.

COMÈTES, ont-elles déplacé par un choc l'axe de la terre. — *Voy.* Boucheporn, Klee.

CONCHYLIEN (ETAGE), dérivé de *concha*, coquille. — On désigne ainsi le premier étage des terrains triasiques. C'est l'époque de la première apparition des oiseaux et des tortues et du règne des grands reptiles sauriens.

La plus vaste étendue que nous ayons de cet étage en France se montre sur les deux versants des Vosges. Il commence effectivement sur le versant occidental dans la Haute-Saône, à Saint-Georges; se continue à Saint-Germain, à Luxeuil, à Saint-Loup, à Vauvillers; s'élargit beaucoup ensuite, et se montre alors dans la Haute-Marne, à Bourbonne-les-Bains, et dans les Vosges à Lamarche, à Monthureux, à Buans, près de Plombières, à Remiremont, à Dompaire, à Epinal et à Rambervillers. Cette bande se rétrécit et se dirige par le département de la Meurthe, à Lunéville, à Blamont, à Phalsbourg; par la Moselle, à Sarreguemines, à Boulay; et se continue au nord, d'un côté dans le grand duché du Rhin, à Sarrebourg, à Trèves, à Bitbourg, à Hillesheim; et de l'autre dans la Bavière rhénane, à Deux-Ponts. Une autre bande étroite se montre sur le versant oriental des Vosges, dans le Bas-Rhin, depuis Bœrsch, passant par Marmoutier, Saverne, Niederbroun, et se perd à Weissenbourg.

En Angleterre, il forme une bande irrégulière presque nord et sud, qui commence à l'est du Devonshire et dans le Somersetshire, se montre ensuite sur une vaste étendue occupant une partie du Worcestershire, du Warwickshire, du Shropshire, du Staffordshire, du Leicestershire, du Derbyshire, du Cheshire, du Lancashire, du Nottinghamshire et du Yorkshire. Il reparaît de nouveau dans le Cumberland, occupant ainsi tout le centre de l'Angleterre.

Dans l'Amérique septentrionale, on rapporte généralement à cet étage les fameux grès à empreintes de pas d'animaux, qui forment une bande S.-S.-O. dans le Massachusets, le Connecticut, la Pensylvanie, le Maryland et la Virginie.

L'étage se montre sur l'étage permien, aux deux versants des Vosges, dans une partie du grand duché du Rhin, en Bavière, dans le grand duché de Bade, dans le Wurtemberg, dans presque toute l'Allemagne, et sur presque tous les points de l'Angleterre. Il en est de même du mont Bogdo, en Russie. Toutes les grandes surfaces de l'étage conchylien se trouveraient donc partout sur l'étage permien, et viendraient prouver que le

encore informe de ces masses comparativement si petites pour soutenir que *les comètes doivent être beaucoup moins anciennes que les planètes*, et pour pouvoir émettre cette opinion singulière que *la plupart d'entre elles n'ont pas 12,000 ans d'existence.* (M. Nérée Bourrée, *Tableau de l'état du globe à ses différents âges.*)

(82) « Il pouvait vraiment être permis de douter qu'une masse gazeuse se dilatât à mesure que, transportée plus loin du soleil ou dans des régions de plus en plus froides, elle aurait dû, d'après tout ce que nous savons des propriétés de la chaleur, se condenser considérablement. Grâce à la comète à courte période, nous pouvons aujourd'hui ranger l'observation d'Hévélius au nombre des vérités de la science les mieux établies. » (Arago, *Ann.* 1832.)

(83) « On n'a jusqu'ici donné aucune explication plausible d'un phénomène aussi remarquable, dont on ignore absolument la cause. » (M. Mutel, *Traité d'astron.*, p. 360.)

M. Walz proposait d'attribuer le rétrécissement de la nébulosité des comètes à la pression d'un éther dont la densité irait en croissant vers le soleil. On a opposé à cette explication une *difficulté insurmontable.* (Arago, *Ann.* 1832.) On a répondu à M. Walz qu'il faudrait admettre que l'enveloppe extérieure des comètes n'est pas perméable à l'éther, *ce qu'on ne peut raisonnablement supposer.* (M. Mutel, *op. cit.*, p. 361.)

(84) Quelques-uns de ces corps atmosphériques ont paru se coordonner à notre système. Mais sans cesse déviés dans leur course, ils sont entraînés dans des ellipses dont les éléments changent ou peuvent changer à chaque instant d'une manière prodigieuse; témoin la comète de 1770 dont l'orbite elliptique, correspondant d'abord à une révolution de 50 années, fut réduite à une orbite de 5 ans et demi par l'attraction de Jupiter, puis changée de nouveau par cette même attraction en une ellipse qui répond à vingt années de révolution autour du soleil, sans que son passage à travers les satellites de cette planète eût apporté le moindre changement dans leurs mouvements, autre preuve de l'extrême petitesse de la masse des comètes, ou de la volatilité de leurs éléments.

(85) *La cosmog. de la révélation*, p. 142.

premier a bien régulièrement succédé au dernier. Souvent ces étages paraissent être en couches presque concordantes.

En Prusse et en Silésie, on donne 350 mètres de puissance aux grès bigarrés, et dans la Hesse-Electorale, 360 mètres. Les calcaires ont, dans la Westphalie, 200 mètres, dans le Wurtemberg 300 mètres, et dans le grand duché de Bade jusqu'à 350 mètres d'épaisseur.

Caractères paléontologiques. — Le nombre peu considérable d'espèces de cet étage montre combien il reste encore à découvrir; car cette pauvreté de la science, relativement à cet étage, ne tient point au manque de faits, mais seulement au peu de recherches faites pour les démontrer. Il reste néanmoins assez de matériaux pour prouver que les animaux et les plantes en sont tout à fait différents de la faune et de la flore de l'étage permien. On trouverait donc, pour cet étage comme pour le précédent, que la zoologie et la botanique fossiles sont parfaitement d'accord avec la superposition géologique pour le séparer nettement en époque distincte. Les renseignements paléontologiques donnent pour caractères les indications suivantes :

L'étage conchylien a pour caractère distinctif d'avec l'étage permien les dix-huit genres nés et anéantis dans ce dernier étage, ou bien qui, nés antérieurement, s'y éteignent aussi sans passer, au moins jusqu'à présent, dans l'étage conchylien, et peuvent servir de caractères négatifs pour distinguer l'étage conchylien de l'étage permien, indépendamment des caractères donnés par les plantes.

Pour séparer l'étage conchylien de l'étage salifférien, sans parler des plantes si différentes, nous avons les genres suivants inconnus à cet étage, et qui naissent seulement avec l'étage salifférien. Parmi les reptiles, trois genres; parmi les poissons, les genres *sphœrodus* et *picnodus*. Parmi les mollusques céphalopodes, le genre *ammonites*. Parmi les mollusques gastéropodes, quatre genres. Parmi les mollusques lamellibranches, cinq genres. Parmi les échinodermes, deux genres. Parmi les zoophytes, onze genres. Parmi les amorphozoaires, sept genres. En résumé, nous avons, pour distinguer l'étage conchylien de l'étage salifférien, trente-cinq genres ou caractères négatifs, qui, réunis au dix-huit genres précédents, donnent un total de cinquante-trois genres pouvant servir de caractères négatifs.

Les genres inconnus dans les étages inférieurs et qui apparaissent pour la première fois avec l'étage conchylien, seront autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage permien. Le nombre de ces genres s'élève à trente-sept.

Pour distinguer l'étage conchylien de l'étage salifférien, nous avons quinze genres qui naissent et meurent dans l'étage conchylien sans arriver à l'étage salifférien. Joignons à ces genres six autres genres qui, nés autrement, se sont encore éteints dans cet étage sans passer au suivant. Nous avons donc vingt et un genres pouvant donner des caractères positifs supérieurs.

Si les genres nous donnent des caractères stratigraphiques pour l'étage conchylien, les espèces nous en offrent de plus certains encore; car elles portent avec elles la preuve d'une contemporanéité parfaite. Indépendamment des nouvelles plantes, des espèces de ces singuliers reptiles sauriens et chéloniens, des poissons et des crustacés, nous avons, en animaux mollusques et rayonnés, 107 espèces. Ces espèces, suivant leur zone d'habitation, seront donc, pour nous, autant d'espèces caractéristiques de cet étage. Les plus répandues se trouvent aussi bien en France qu'en Allemagne, qu'en Angleterre, qu'en Russie et qu'en Sibérie.

Chronologie historique. — Quand les perturbations géologiques sont venues mettre un terme à la durée de l'étage permien, les faits nous démontrent qu'avec les nombreux végétaux de cette époque ont été ensevelis pour toujours 18 genres et 91 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui formaient ce que nous connaissons de l'animalisation de cette époque. Ce n'est probablement qu'après un laps de temps considérable, pendant lequel l'agitation des eaux ne permettait pas l'existence, que la terre s'est repeuplée de ses plantes et de ses animaux. Alors apparaissent, en même temps que de nombreuses plantes, 37 genres d'animaux inconnus dans les étages inférieurs, et 107 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, toutes nouvelles pour cet étage. Ce sont, au moins, les débris de cette période que nous pouvons mentionner aujourd'hui; période qui, néanmoins, a dû se prolonger, à en juger par l'épaisseur des sédiments qui la composent, et pendant laquelle il existait des mers et des continents.

Nous avons pendant la période conchylienne, quatre parties continentales en France : le *massif breton*, le *plateau central*, le continent *belge-vosgien*, et l'*îlot* du Var. En Angleterre l'île anglaise préexistante, qui occupe tout l'ouest, depuis le Cornwall, le pays de Galles, jusqu'au Cumberland, s'est accrue peut-être, au centre de la Grande-Bretagne, d'une large surface s'étendant du Derbyshire jusqu'à Durham, occupée par la surélévation des terrains carbonifères de ces régions, à moins que l'intervalle n'ait été produit par une dénudation, ce qui serait encore très-possible. A ces exceptions près, les continents paraissent avoir été très-stables depuis la fin de l'étage carbonifférien.

Les mers conchyliennes, que nous avons vues être, par le cantonnement des espèces, soumises à toutes les causes actuelles qui agissent aujourd'hui, offraient une faune entièrement distincte des faunes antérieures. On y remarque un développement considérable de reptiles sauriens, composés d'animaux très-bizarres, de onze genres différents, parmi lesquels sont les *labyrinthodons*. Les chéloniens, ou tortues, paraissent pour la première fois, ainsi que des poissons cuirassés de 6 genres différents. Les crustacés

décapodes se montrent aussi pour la première fois, en même temps que des céphalopodes acétabulifères, et quelques genres nouveaux de mollusques des autres classes, d'échinodermes, de polypiers et d'amorphozoaires.

Les continents sont animés, probablement sur les rivages, par ces singuliers reptiles riverains dont nous venons de parler, et pour la première fois par des tortues terrestres, par le *chirotherium*, probablement un reptile, et par de nombreux oiseaux (86).

Avec ces animaux terrestres, M. Brongniart place dans cet étage le commencement du règne des plantes dicotylédones gymnospermes. Le savant botaniste sépare cette flore des autres, comme nous séparons la faune, et lui assigne le caractère d'être composée de fougères assez nombreuses, de forme souvent très-anormale, constituant évidemment des genres actuellement détruits, tels que les *anomoptères* et les *crematoptères*. Les tiges des fougères arborescentes y sont fréquentes; les vrais *equisetum* y sont rares; les calamites, ou plutôt les *calamodendrons* y sont abondants. Les gymnospermes y sont représentées par les deux genres de conifères *voltzia* et *haidingeria*, dont les espèces sont nombreuses. Les cycadées y sont très-rares, et encore douteuses.

Cette période doit son interruption à une commotion géologique assez forte pour anéantir la faune et la flore, commotion dont nous retrouvons encore les traces visibles, par les discordances supérieures de stratification, parfaitement en rapport avec les limites des faunes.

CONDENSATION DES COMÈTES, hypothèse réfutée. *Voy.* COMÈTES.

CONDITIONS D'EXISTENCE DES ANIMAUX MARINS. *Voy.* ANIMAUX MARINS.

(86) On ne connaît encore de ces derniers, des tortues et du chirotherium, que des empreintes physiologiques de pas, sur lesquelles M. Hithcock a fait des travaux spéciaux.

(87) On doit à M. Brown la découverte importante que les conifères et les cycadées sont les deux seules familles de végétaux dont les graines soient primitivement nues, et non renfermées à l'intérieur d'un ovaire. (*Voyez* l'Appendice au *Voyage du capitaine King dans l'Australie.*) C'est pour cette raison qu'on les a réunies en un ordre distinct sous le nom de *phanérogames gymnospermes*. Ce caractère tiré de l'ovule coïncide dans l'une et dans l'autre de ces deux familles avec des particularités de la structure interne des tiges qui les séparent à quelques égards de presque toutes les plantes dicotylédones, et qui les distinguent également entre elles.

La rencontre de ces caractères particuliers de la structure des tiges est une découverte d'une grande importance pour la botanique géologique; car cette portion de la plante est fréquemment la seule que l'on trouve conservée à l'état fossile.

(88) La présence de grands arbres conifères dans les couches de la grande formation houillère a été signalée pour la première fois dans les *Végétaux fossiles* de M. Witham, en 1831. Il y est établi que les conifères les plus complexes et les plus élevées en organisation se rencontrent dans les mines de houille d'Edimbourg et de Newcastle, au sein de couches que l'on avait encore supposées ne contenir que les formes végétales les plus simples.

CONIFÈRES. — Les conifères constituent parmi les végétaux du monde actuel une famille nombreuse et des plus importantes, et que caractérisent non-seulement des particularités de leur fructification qui les rangent parmi les *phanérogames gymnospermes* (87), mais en outre certains arrangements remarquables dans la structure de leur bois, qui peuvent servir à en faire reconnaître de suite les fragments les plus petits.

En étudiant à l'aide du microscope certains bois fossiles, on est arrivé depuis peu à reconnaître une structure interne analogue à celle des conifères actuelles dans les troncs de certains grands arbres provenant soit de la série carbonifère (88), soit des formations secondaires (89), et M. Ad. Brongniart a compté vingt espèces de conifères fossiles dans les formations tertiaires. Plusieurs de ces dernières se rapprochent beaucoup plus des genres actuels que ne le font celles des terrains secondaires, et il en est même qui y prennent immédiatement place.

M. Nicol a fait voir en outre (90) que plusieurs des plus anciennes conifères fossiles peuvent être rapportées au genre actuel des pins, et d'autres au genre araucaria. Ce dernier comprend plusieurs des arbres les plus élevés du monde actuel, et on en trouve un exemple fort connu dans l'*araucaria excelsa*, ou pin de l'île de Norfolk.

Toutes ces découvertes sont d'une haute importance; car elles nous démontrent, comme résultat de l'étude des restes les plus anciens de la végétation, une identité qui s'étend jusqu'aux détails les plus minutieux de l'organisation interne, entre les arbres des forêts primitives du globe et quelques-uns de nos plus grandes conifères actuelles (91).

Les *araucaria* sont les seules conifères dont

(89) Dans les étages inférieurs des terrains stratifiés secondaires, M. Ad. Brongniart a compté, parmi les plantes du nouveau grès rouge des Vosges, quatre espèces de *voltzia*, genre nouveau de conifères, que ses affinités rapprochent des araucaria et des cunninghamia. On trouve en abondance, à Sulz-les-Bains, près de Strasbourg, des rameaux, des feuilles et des cônes provenant d'individus de ce genre.

M. Witham compte huit espèces de conifères parmi les bois fossiles du lias, et on en trouve cinq dans l'oolite de Stonesfield, dont quatre se rapprochent du genre actuel des thuya (Ad. BRONGNIART, *Prodr.* p. 200.) Voyez pour des figures de cônes du lias et du sable vert des environs de Lyme-Regis, et de l'oolite inférieur du comté de Northampton, la *Flore fossile* de MM. LINDLEY et HUTTON, pl. LXXXIX, CXXXV et CXXXVII.

Le docteur Fitton a décrit et figuré des cônes très-complets et d'une grande beauté, dont l'un provenant de Purbech (?) et l'autre du sable de Hastings. (*Transactions géolog.*, deuxième série, t. IV, pl. XXII, fig. 9 et 10, p. 181 et 230).

(90) *Edimb. New. Phil. Journal.*, janvier 1834.

(91) Si l'on coupe transversalement une tige de conifère, et qu'on la soumette au microscope, on apercevra, outre les lignes rayonnantes et concentriques, tout un système de réticulations qui permettent de distinguer les conifères de toutes les autres plantes. Les trous dont elles sont criblées indiquent les vaisseaux. Ces vaisseaux sont d'une struc-

on ait jusqu'ici retrouvé la structure dans des arbres de la série carbonifère de la Grande-Bretagne (92). Celles de pins proprement dits a été observée dans un bois de la formation houillère de la Nouvelle-Ecosse, et de la Nouvelle-Hollande.

Cette même structure ordinaire des pins est celle qui prédomine dans le bois fossile du lias de Whitby, mais on y rencontre aussi des troncs d'araucarias, et l'on en a découvert dans le lias de Lyme-Regis aux branches desquels adhéraient encore des feuilles (93).

Le professeur Lindley a fait observer avec justesse, comme un fait important à signaler, qu'à cette période où se déposa le lias, la végétation ressemblait à la végétation actuelle de l'hémisphère sud, non-seulement par la présence des cycadées, mais aussi parce que les pins étaient de la nature des espèces que l'on trouve maintenant au sud de l'équateur. Sur les quatre espèces vivantes d'araucaria que l'on connaît à l'heure présente, une se trouve sur la côte est de la Nouvelle-Hollande, une autre dans l'île de Norfolk, la troisième au Brésil, et la quatrième au Chili.

Quels que puissent être les résultats des travaux à venir, les faits que nous possédons actuellement suffisent pour prouver que les conifères fossiles les plus grandes et les plus parfaites de la formation houillère et du lias que l'on ait pu jusqu'ici soumettre à un examen attentif peuvent être rapportées au genre des pins proprement dits, ou au genre araucaria (94), et que l'une et l'autre de ces deux modifications de la famille actuelle des conifères ont pris leur commencement dès cette période très-reculée, où se sont déposés les terrains carbonifères de la formation de transition.

On rencontre des fragments fossiles de troncs de conifères, et parfois même des feuilles et des cônes, dans tous les étages des formations oolitiques, depuis le lias jusqu'au calcaire portlandien. A la surface supérieure de cette dernière pierre, se voient les restes d'une ancienne forêt, parmi lesquels sont conservés de grands troncs renversés et convertis en silex, ainsi que des souches de conifères modifiées de la même manière, avec leurs racines encore enfoncées dans le sol végétal sur lequel elles ont crû. On trouve aussi fréquemment des fragments de bois de conifères dans la formation wéaldienne et dans celle du sable vert, parfois même dans la craie (95).

Les conifères paraissent communes aux

ture fort belle et caractéristique; et ils fournissent des moyens de distinguer les pins des araucarias. Les petits vaisseaux continus longitudinaux qui constituent les fibres ligneuses offrent, d'intervalles en intervalles, l'apparence de petits corps à peu près circulaires disposés par lignes verticales. Ces corps, que l'on désigne sous le nom de glandes ou de disques, sont diversement disposés dans les différentes espèces. En général, ils sont circulaires, quelquefois elliptiques; et, s'ils sont serrés, ils prennent une forme anguleuse. Chacun de ces disques a, près de son centre, une petite auréole circulaire.

Ces disques dans plusieurs conifères sont disposés sur un seul rang. D'autres fois ils sont réunis par rang doubles ou simples, comme dans le *pinus strobus*.

Dans tous les pins actuellement existants, s'il se rencontre deux séries de disques dans un seul vaisseau, les disques de chacune des deux séries sont toujours opposés, jamais alternes, et le nombre des séries n'est jamais de plus de deux.

Dans les araucarias, au contraire, ils sont disposés par séries simples, doubles, triples et même quadruples; en outre, ils sont beaucoup plus petits que dans les pins, ordinairement de la moitié en diamètre, et lorsqu'ils sont disposés sur deux rangs, les disques de l'un alternent constamment avec ceux de l'autre, quelque fois ils sont circulaires, mais le plus souvent ils ont une forme polygonale. M. Nicol en a compté plus de cinquante dans une rangée d'un vingtième de pouce, de telle sorte que le diamètre d'un seul disque n'excède pas un millième de pouce; encore sont-ce là des dimensions énormes, si on les compare aux fibres des cloisons qui entourent les vaisseaux sur lesquels ces disques se voient.

(92) On a trouvé dans les carrières de Craigleith, près d'Edimbourg, en 1830, un tronc d'araucaria long de quarante-sept pieds (*Végétaux fossiles*, par Witham, 1833, pl. v), et un autre en 1833, long de plus de vingt-quatre pieds, avec un diamètre de trois. (*Voyez* Nicol, sur les *Conifères fossiles*, dans l'*Edinb. new Phil. Journal*, janvier 1834.) Une coupe longitudinale de ce dernier fait voir, comme dans l'espèce moderne, *araucaria excelsa*, de petits disques polygonaux disposés sur deux, trois ou quatre rangs à l'intérieur des vaisseaux longitudinaux.

(93) *Voyez* Lindley et Hutton, *Flore fossile*, planche LXXXVIII. La pl. LXXXIX du même ouvrage représente un cône fossile du lias de Lyme-Regis, que l'on peut rapporter à la famille des conifères, et peut-être même au genre araucaria.

(94) D'après M. Nicol, les bois fossiles du lias de Whitby, dont la coupe horizontale offre une série de couches concentriques présentent, dans leur section longitudinale, la structure des pins. Mais si les couches annuelles concentriques ne sont pas distinctes, ou ne sont que faiblement indiquées dans la coupe horizontale, la coupe longitudinale présente tous les caractères des araucarias. Il en est de même des conifères de la grande formation houillère d'Edimbourg et de Newcastle; leur coupe longitudinale offre la structure des araucarias, tandis que leurs couches concentriques ne sont pas distinctes dans la coupe horizontale; au contraire, les conifères fossiles des mines de houille de la Nouvelle-Hollande et de la Nouvelle-Ecosse se rapprochent de la tribu actuelle des pins, tout à la fois par la structure que laisse apercevoir leur coupe longitudinale et transversale.

M. Witham fait observer aussi que les conifères de la formation houillère et du calcaire de montagne n'offrent qu'en petit nombre et d'une manière peu apparente ces lignes concentriques qui permettent de distinguer les couches annuelles d'accroissement du bois, et que c'est là une circonstance que présentent communément à l'époque actuelle les arbres de nos régions tropicales; et il tire de là cette conjecture, qu'aux époques où ces formations ont eu lieu les changements de saison n'étaient pas aussi prononcés, au moins quant à la température.

(95) Il y a dans le muséum d'Oxford un fragment d'un bois de conifère converti en silex et perforé par les tarets. C'est le révérend docteur Faussett qui l'a rencontré dans un calcaire siliceux à Lower-Hardres, près de Cantorbéry.

couches fossilifères de toutes les périodes. C'est dans la série de transition qu'elles sont le plus rares; elles le sont moins dans la série secondaire, et c'est dans les terrains tertiaires qu'on en rencontre le plus. Ceci nous prouve qu'à toutes les époques, depuis que la végétation terrestre a commencé, de grandes conifères ont existé à la surface de notre globe; mais les témoignages que nous en possédons au moment actuel sont trop peu complets pour que nous en puissions conclure avec certitude dans quelles proportions numériques ces plantes se trouvaient par rapport aux autres familles, à ces diverses époques successives de la géologie, qui se trouvent ainsi rattachées à la nôtre par une nouvelle et magnifique série d'anneaux appartenant à l'un des groupes les plus importants du règne végétal.

COPROLITHES (κόπρος, *fèces*, λίθος, *pierre*). —Si, dans la structure des animaux qui ne nous sont connus que par leurs débris fossiles, il est un point dont il semble que nous devions désespérer de retrouver aucun vestige, c'est assurément la forme et l'arrangement des organes intestinaux : car, bien que ces parties molles soient de première importance dans l'économie animale, suspendues comme elles sont dans l'intérieur des cavités du corps sans être aucunement fixées au squelette, il est naturel de penser qu'elles n'ont dû laisser aucune trace sur les os fossilisés.

Il est impossible, après avoir vu le puissant appareil dentaire des ichthyosaures, et ces mâchoires si vastes dont nous avons fait l'examen dans ces reptiles fossiles, de ne pas en déduire cette conclusion, que des animaux pourvus de ces prodigieux instruments de destruction ont dû en user largement, pour tenir dans de justes limites d'accroissement la population des anciennes mers. Cette conclusion a été pleinement confirmée par la découverte récente que l'on a faite, à l'intérieur de leurs squelettes, de débris à moitié digérés de poissons et de reptiles qu'ils avaient engloutis, et par les coprolithes ou excréments pétrifiés que l'on a trouvés dispersés dans les mêmes couches où ces squelettes ont été ensevelis. Ces pétrifications si curieuses s'offrent souvent dans un état de conservation tellement parfait qu'on en peut conclure-non seulement la nature des aliments dont se nourissaient les animaux qui les ont produits, mais même les dimensions, la forme et la structure de leur estomac et de leur canal intestinal (96).

Sur la côte de Lyme-Regis ces coprolithes sont tellement abondants qu'on les trouve en de certains points disséminés dans le lias comme le sont les pommes de terre dans le sol, et ils sont encore plus communs dans le lias de l'embouchure de la Saverne, où ils se rencontrent ainsi dispersés dans toute l'étendue de couches qui ont plusieurs milles en tout sens, et mêlés en si grande quantité avec des dents et des débris roulés d'ossements de reptiles et de poissons, que nous en pouvons conclure que cette région, jadis le fond d'une ancienne mer, fut, pendant un espace de temps fort long, une sorte de vaste réceptacle où se déposèrent les ossements et les débris excrémentiels des animaux qui l'habitaient. Outre les points que nous venons de mentionner, on rencontre encore ces corps pétrifiés en abondance dans tout le lias de l'Angleterre, et dans toutes les couches, quelle que soit leur époque, où l'on a trouvé des débris de reptiles carnivores, et sur des points multipliés et séparés par de grandes distances, tant en Europe qu'en Amérique (97).

(96) Au milieu des variations de leur volume et de la multiplicité de leurs formes, les coprolithes offrent l'apparence générale de cailloux oblongs ou de pommes de terre réniformes; leur longueur est ordinairement de deux à quatre pouces, et leur diamètre de un à deux. On en trouve, mais en petit nombre, qui sont beaucoup plus grands, et en proportion avec la taille gigantesque des plus grands ichthyosaures. Il y en a de plus petits, qui offrent les mêmes rapports avec de jeunes individus de la même espèce, et avec des poissons de petite taille. Il y en a qui sont aplatis et amorphes comme si ces substances eussent été rendues dans un état demi-liquide; d'autres ont été aplatis par la pression des schistes qui les recouvrent. Leur couleur ordinaire est le gris cendré, parfois mêlé de noir; d'autres fois ils sont entièrement noirs. Leur substance offre une texture terreuse, compacte, pareille à de l'argile durcie, et leur cassure est conchoïdale et luisante. Les coprolithes de Lyme-Regis offrent, dans le plus grand nombre de cas, une structure contournée; mais le nombre de tours est variable, bien qu'il soit le plus souvent de trois : je n'en ai jamais vu plus de six. Ces diversités peuvent tenir à l'espèce des animaux qui les ont produits; car j'ai rencontré des variations analogues entre les intestins de la raie, du requin et du chien de mer. Quelques coprolithes, et spécialement les plus petits, n'offrent aucune trace d'enroulement.

La coupe de ces excréments arrondis fait voir qu'ils ont été moulés en une lame aplatie et contournée en spirale du centre à la circonférence, comme on l'observe dans une coquille turbinée. Leur extérieur offre la trace des rides et des impressions les plus légères qu'ils ont dû recevoir alors qu'ils étaient à l'état plastique dans les intestins des animaux vivants.

Ces pièces pétrifiées contiennent en abondance et dispersés irrégulièrement des écailles et souvent des dents et des os de poissons qui ont traversé, sans être détruits par la digestion, le tube intestinal tout entier des sauriens, de la même manière que l'émail des dents et certains fragments d'os qui n'ont pu être digérés, se retrouvent dans les excréments des hyènes, soit à l'état récent, soit à l'état fossile. Ces écailles dures et brillantes sont celles du *dapedium politum* et d'autres poissons qui abondent dans le lias, et qui paraissent avoir fourni aux sauriens de cette époque une portion importante de leur subsistance. Quant aux os, ce sont surtout des vertèbres de poissons et de jeunes ichthyosaures; et bien que ces derniers débris soient moins nombreux que ceux qui proviennent de poissons, ils le sont pourtant assez pour démontrer que ces monstres des anciennes mers, semblables en cela à beaucoup de leurs successeurs, habitants des océans modernes, dévoraient les individus jeunes et faibles de leur propre espèce.

(97) Le professeur Jœger a tout récemment découvert plusieurs coprolithes dans l'argile alumineuse de Gaildorf, en Wurtemberg, formation qu'il

Quant à l'origine de ces fossiles singuliers, elle est suffisamment établie par la fréquence avec laquelle on les rencontre dans la région abdominale des squelettes fossiles d'ichthyosaures du lias de Lyme-Regis (98). La substance coprolithique que l'on trouve dans cet échantillon et dans tous les cas analogues, renfermée dans la cavité que forment les côtes, est entièrement identique, par son apparence et sa composition chimique, avec les coprolithes isolés qui se montrent disséminés dans les mêmes couches où ces squelettes sont dispersés. La conservation de ces matières fécales et leur passage à l'état pétrifié sont une conséquence de la nature indestructible du phosphate de chaux, qui entre également en quantité considérable dans les os et dans les résidus d'os soumis à l'action des organes digestifs.

Le squelette d'un autre ichthyosaure de Lyme-Regis, déposé dans le musée d'Oxford, contient une masse considérable d'écailles dont la plus grande partie provient du *Pholidophorus limbatus*, mêlées à des coprolithes dans toute la région qu'enferment les côtes. Cette masse se trouve en rapport avec un très-grand nombre de côtes; et bien que jusqu'à un certain point l'on puisse supposer qu'elle s'est étendue par l'effet de la pression, cette circonstance suffit à prouver que l'estomac occupait par son volume une grande partie du tronc.

Certaines espèces voraces parmi les reptiles vivants nous fournissent des exemples d'une étendue tout aussi considérable : on cite des cadavres humains trouvés tout entiers dans l'estomac de certains grands crocodiles, et la forme des dents des ichthyosaures nous apprend que, de même que les crocodiles, ces animaux ont dû engloutir leur proie sans la diviser. Quand donc nous rencontrons dans des coprolithes de grands ichthyosaures, des ossements de jeunes individus du même genre qui, à en juger par les dimensions des os eux-mêmes, ont dû avoir plusieurs pieds de longueur (99), nous en tirons cette conclusion, que l'estomac formait une poche d'un volume prodigieux, remplissant presqu'en entier la cavité du corps, et dont la capacité était par conséquent dans une proportion parfaite avec les mâchoires et les dents qui faisaient partie avec lui de l'appareil digestif dans ce monstrueux reptile.

Disposition en spirale de l'intestin grêle. — Comme les parties solides des animaux sont les seules susceptibles de se pétrifier, il nous est impossible de déterminer à l'aide de preuves directes, la forme et le volume des intestins grêles de l'ichthyosaure; mais l'admirable perfection avec laquelle le contenu de ces viscères s'est conservé à l'état fossile, nous fournit des preuves indirectes que le tube intestinal où ce contenu a pris les formes qu'il a conservées ressemblait entièrement aux intestins de quelques-unes des espèces actuelles de poissons les plus vigoureuses et les plus voraces.

Nous saisirons mieux la structure de ces organes en nous aidant de l'examen des organes correspondants chez les requins et les squales, animaux qui ne se distinguent pas moins entre tous les habitants des mers contemporaines par leur extrême voracité que ne le faisaient les ichthyosaures parmi les créatures qui peuplaient les océans aux épo-

regarde comme occupant les étages inférieurs du nouveau grès rouge, que l'on désigne en Allemagne sous le nom de *keuper*, et qui renferme les débris de deux espèces de sauriens.

Aux Etats-Unis, le docteur Dekay a aussi trouvé des coprolithes dans la formation de calcaire chlorite (*green sand*) de Monmouth dans le New-Jersey.

(98) Un échantillon donné par le vicomte Cole à la collection géologique de l'université d'Oxford est une preuve sans réplique que les substances en question ne peuvent être considérées comme des matières étrangères accidentellement mises en contact avec les corps organisés fossiles, puisque cette grande masse coprolithique est complétement enfermée dans la cavité que forment la colonne vertébrale et les deux séries droite et gauche des côtes, dont le plus grand nombre a même conservé à peu de chose près sa position naturelle. Le volume de ce coprolithe est prodigieux, comparé à celui de l'animal dans lequel il est renfermé ; et si nous ne savions pas combien est puissante l'action des organes digestifs chez les reptiles et les poissons, et avec quelle facilité ces êtres engloutissent tout entiers les grands animaux qui forment leur proie, il nous paraîtrait impossible de rendre compte de l'espace énorme que remplissent ainsi ces masses coprolithiques à l'intérieur de certains squelettes fossiles d'ichthyosaures.

(99) D'après M. le professeur Agassiz, les écailles du *pholidophorus limbatus*, espèce des plus fréquentes parmi les fossiles du lias, abonderaient plus que celles d'aucun autre poisson dans les coprolithes de la formation de Lyme-Regis, ce qui prouve que cette espèce formait la base principale de la nourriture des ichthyosaures. Dans les coprolithes de la formation carbonifère des environs d'Edimbourg, il a aussi reconnu les écailles du *palæoniscus* et d'autres poissons que l'on trouve souvent entiers dans les couches qui accompagnent la houille de ce district. Dans des coprolithes provenus de poisson voraces de la craie, on rencontre les écailles du *beryx armatus*, poisson découvert par M. Mantell dans cette formation.

« Un coprolithe du lias, dit Buckland, qui se fait remarquer par ses circonvolutions en spirale et les impressions vasculaires de sa surface, peut être signalé comme un exemple frappant du soin minutieux qui préside maintenant aux investigations des naturalistes, et du genre de témoignages que les recherches géologiques vont demander à l'anatomie comparée. Sur un des côtés de ce coprolithe, se voit une petite écaille que je n'avais pu que rapporter à quelque poisson de l'une des nombreuses espèces inconnues qui se rencontrent dans le lias. A l'instant même où je la fis voir à M. Agassiz, non-seulement, il prononça que cette espèce était le pholidophorus limbatus, mais il détermina la place précise qu'avait occupée cette écaille à la surface du corps. Un tube placé sur sa face interne, et que l'on aperçoit à peine sans le secours du microscope, prouve qu'elle appartient à cette ligne latérale d'écailles perforées qui vont de la tête à la queue des deux côtés du corps dans tous les poissons, et y forment un conduit destiné à porter des glandes de la tête jusqu'à l'extrémité du corps un mucus lubréfiant. Quant à la position que cette écaille occupait sur cette ligne elle-même, elle était du côté gauche, non loin de la tête. »

ques où nos études nous reportent. Les intestins de ces poissons, aussi bien que ceux des raies, offrent une disposition qui rappelle celle de l'intérieur d'une vis d'Archimède, et qui est admirablement propre à accroître l'étendue de la surface interne destinée à l'absorption de la partie nutritive des aliments, durant leur passage d'une extrémité à l'autre de ce tube, qui renferme dans son intérieur un repli contourné en spirale, de façon à offrir le plus grand développement de surface dans le plus petit espace possible. On observe la même disposition dans les coprolithes provenus de l'ichthyosaure (100).

Empreintes laissées par la membrane muqueuse sur les coprolithes. — Non-seulement l'étude des coprolithes nous permet d'apprécier la structure spirale de l'intestin grêle, et la facilité que cette structure lui donnait à être contenu dans un petit espace; mais nous y retrouvons même des traces qui nous permettent d'apprécier la forme des vaisseaux les plus ténus et des plus minces replis de la membrane muqueuse qui en tapissait la surface interne. Ces traces consistent dans une série d'impressions vasculaires et de rides qui sillonnent la surface des coprolithes, et qui ne peuvent s'y être imprimées que durant leur passage à travers les circonvolutions de ce canal aplati (101).

Quant à la cause finale de ce curieux arrangement des viscères dans les reptiles maintenant éteints qui habitèrent les mers du monde primitif, elle est la même qui a présidé à l'arrangement pareil que nous retrouvons dans les espèces voraces des requins et des squales qui peuplent les mers de notre époque (102).

Comme la voracité, qui est un trait caractéristique de tous ces animaux, exigeait qu'ils fussent pourvus d'un estomac tout à la fois volumineux et allongé, il ne demeurait que peu d'espace pour les autres viscères plus petits, d'où la nécessité qu'ils fussent réduits, pour ainsi dire, comme nous avons vu qu'ils le sont, à la condition d'un tube aplati, contourné sur lui-même à la façon d'un tire-bouchon. Cette disposition offrait l'avantage d'employer un moindre espace, presque sans rien faire perdre à l'intestin de sa surface absorbante. Si à l'estomac énorme et aux vastes poumons de l'ichthyosaure il se fût ajouté un paquet intestinal d'un volume considérable, l'accroissement du volume total du corps, qui en eût été une conséquence nécessaire, eût été une cause de diminution dans la puissance locomotrice, ce qui n'eût pas été sans inconvénient grave chez un animal qui, pour la capture de sa proie, ne pouvait compter que sur sa vélocité.

Tous ces faits, qui ressortent de l'étude des restes coprolithiques des ichthyosaures ajoutent, à ce que nous savions déjà de l'anatomie et des mœurs des anciens habitants de notre planète, une masse de connaissances pleines d'intérêt. Nous y avons rencontré des témoignages qui nous permettent d'affirmer la présence d'arrangements pleins d'utilité et d'admirables compensations jusque dans les organes si périssables, mais en même temps si importants, qui concourent à opérer les fonctions digestives. Nous avons pu reconnaître avec certitude la nature de leurs aliments, la forme et la structure de leur canal intestinal; nous avons pu dessiner leur tube digestif dans les trois formes successives qu'il subit d'une extrémité à l'autre de sa longueur, d'abord estomac volumineux et prolongé, puis ilium aplati et contourné en spirale, jusqu'à ce qu'il se termine en un cloaque d'où les coprolithes tombaient dans la vase qui donna naissance au lias. Là, ils sont demeurés ensevelis durant des siècles sans nombre, jusqu'à ce que la main des géologues ait été les arracher aux profondeurs qui les tiennent enfouies,

(100) Les corps coniques ont été formés par une lame continue de la substance des os digérés, et contournée en spirale sur elle-même durant le temps qu'elle est encore à l'état plastique. La forme est à peu de chose près celle que prendrait un ruban d'une certaine étendue que l'on forcerait de pénétrer obliquement dans un tube par une ouverture latérale allongée : ce ruban, forcé d'avancer dans l'intérieur du tube, y formerait une suite de cônes enroulés les uns sur les autres; et, d'après un certain nombre de tours, si l'on continuait à pousser en avant le ruban générateur, les cônes en question venant à sortir par l'autre extrémité du tube offriraient une disposition tout à fait analogue à celle des coprolithes dont nous parlons. C'est de cette façon que l'on peut concevoir qu'une lame de substance coprolithique a pu se contourner sur elle-même en une série spirale de cônes successifs au moment de son passage de l'intestin grêle dans la partie voisine du gros intestin. Ces coprolithes, ainsi formés, tombèrent dans la boue molle amassée au fond de la mer; et lorsque cette boue vint à se consolider plus tard pour former le schiste et la pierre, ils y subirent une pétrification tellement complète que pour la dureté, la beauté du poli, ces corps singuliers peuvent rivaliser avec les marbres les plus recherchés.

(101) Ces impressions ne peuvent y avoir été laissées par la membrane du gros intestin, puisqu'elles se contournent sur toutes les surfaces des circonvolutions intérieures, bien qu'elles aient été définitivement recouvertes par les circonvolutions extérieures au moment de leur passage de l'intestin grêle dans le gros intestin.

(102) Paley, dans son chapitre sur les compensations mécaniques de la structure des animaux, cite dans une espèce de requin (le renard de mer, *squalus vulpes*) une disposition toute pareille à celle que nous venons de mentionner comme appartenant à l'ichthyosaure. — « Dans cet animal, dit-il, l'intestin est droit d'un bout à l'autre; mais cet intestin droit et par conséquent court n'est réellement qu'un conduit contourné en tire-bouchon, et ce n'est qu'après maintes circonvolutions, et en suivant une route en réalité fort longue, que la substance alimentaire arrive à son point de sortie. De cette sorte la brièveté de l'intestin se compense par l'obliquité du canal qui y est creusé. »

Le docteur Fitton a appelé l'attention sur un passage de la *Vie de Locke*, par lord King (in-4°, p. 166-167), d'après lequel il paraît certain que l'importance de la disposition en spirale du canal intestinal n'avait point échappé à ce profond philosophe qui l'avait observée sur un grand nombre de préparations de la collection anatomique de Leyde.

pour les appeler à rendre témoignage des événements qui se sont accomplis au fond des mers primitives durant les longues périodes antérieures à l'avénement de l'homme sur la terre (103).

Structure des intestins dans les poissons fossiles. — On a récemment découvert des coprolithes qui proviennent de poissons fossiles. M. Mantell les a rencontrés dans le corps du macropoma mantellii de la craie de Lewes; ils étaient en contact avec l'estomac allongé de ce poisson vorace, et les tuniques de ce viscère étaient également bien conservées. Miss Anning en a découvert aussi dans l'intérieur du corps de plusieurs poissons fossiles du lias de Lyme-Regis. Le docteur Hibbert a fait voir que les couches du calcaire d'eau douce du terrain houiller de Burdie-House, près d'Édimbourg, étaient abondamment parsemées de coprolithes provenant de poissons de cette époque reculée; et sir Philip Egerton en a trouvé de pareils mêlés à des écailles provenant du genre mégalichtys, et à des coquilles d'eau douce dans la formation carbonifère de Newcastle-Under-Tyne. M. W. C. Trevelyan a reconnu, en 1832, des coprolithes au centre des nodules d'argile ferrugineuse qui abondent à Newhaven, près de Leith, dans une falaise basse composée de schistes et appartenant également à la formation carbonifère. M. Buckland visita cette localité dans le mois de septembre 1834, en compagnie de M. Trevelyan lui-même et de lord Greenock, et y trouva ces nodules épars sur la grève en quantité si considérable qu'il lui suffit de quelques minutes pour en rassembler plus d'échantillons qu'il n'en pouvait porter. Parmi ces échantillons, il y en avait qui renfermaient un poisson fossile; d'autres quelque fragment d'une plante; mais le plus grand nombre avait pour noyau un coprolithe dont l'intérieur était contourné en spirale; et ces débris proviennent sans nul doute de ces poissons voraces dont on a retrouvé les os dans la même couche. Ces nodules prennent du reste un fort beau poli, et les joailliers d'Edimbourg en ont fait des tables, des serre-papier et des bijoux qu'ils désignent sous le nom de pierres d'escargot (*beetle stones*) parce qu'ils les supposent provenir de quelque insecte. Milord Greenock a découvert, entre les lames d'un bloc de houille provenant des environs d'Edimbourg, une masse d'intestins pétrifiés, distendus par de la matière coprolithique et entourés d'écailles que le professeur Agassiz rapporte au mégalichtys.

Ce naturaliste distingué s'est assuré que les corps fossiles vermiformes que l'on trouve en si grande abondance dans l'ardoise lithographique de Solenhofen, et qui ont été décrits par le comte Munster dans l'ouvrage de Goldfuss sous le nom de *lumbricaria* sont ou des intestins de poissons pétrifiés, ou le contenu de ces intestins qui a conservé la forme du tube tortueux dans lequel il était renfermé. Ce sont ces fossiles remarquables qu'il a désignés sous le nom de *cololithes*. M. Agassiz a a rencontré aussi de semblables pétrifications contournées à l'intérieur de la cavité abdominale de plusieurs poissons fossiles des genres thrissops et leptolepis, et ils y occupaient relativement aux côtes la position qu'occupent habituellement les intestins (104).

Sans doute, aux yeux d'un grand nombre de personnes peu versées dans l'anatomie, des recherches ayant pour objet quelque chose d'aussi obscur et d'aussi inaccessible en apparence que la structure des intestins chez une espèce éteinte de poissons ou de reptiles, seront ce qu'il peut y avoir au monde de moins digne d'attention; mais ces recherches acquièrent une haute importance par les démonstrations que la science y puise de la sagesse et du plan providentiel qui ont présidé à la création; elles fournissent un anneau de plus à la chaîne importante qui unit les races qui, de nos jours, vivent et s'agitent à la surface de notre planète aux races maintenant détruites de ses habitants

(103) La fameuse salamandre fossile qui existe à Leyde, dans le cabinet de Van-Breda, contient, dans la partie correspondant à l'abdomen, plusieurs coprolithes où l'on distingue, dit-on, très-facilement des fragments d'os de grenouilles et de poissons. Les coprolithes d'oiseaux de Chicopee laissent voir quelquefois, dans l'intérieur, à l'aide d'instruments grossisants, de véritables graines, sous forme de petits grains noirs.

On connaît des coprolithes dans un grand nombre de localités et dans plusieurs étages : Lyme-Regis, le comté de Fife, etc., en Angleterre, Burdie-House, en Ecosse, les cavernes de Lunel-Viel, en France, de la province de Liége, etc., en ont offert les plus nombreux exemples. Le terrain le plus ancien dans lequel on les ait rencontrés paraît être celui de Burdie-House, compris dans les membres les plus inférieurs de l'étage carbonifèrien. Les coprolithes de Chicopee sont dans un grès dur et compacte appartenant probablement au terrain triossique; ceux de Lyme-Regis sont rapportés au lias; il en existe dans l'étage lénonien de la craie de Meudon, dans les couches noires du calcaire grossier de Passy; enfin ils abondent généralement dans la plupart des cavernes à ossements. Le guano représente les coprolithes de l'époque contemporaine.

(104) Voyez son ouvrage sur les poissons fossiles, liv. II, appendice, p. 15.

Les observations qu'a faites ce savant distingué sur la marche de la décomposition dans les poissons morts des lacs de la Suisse, l'ont conduit à expliquer d'une manière fort ingénieuse pourquoi les cololithes se rencontrent le plus souvent isolés dans le calcaire lithographique. Ces animaux, immédiatement après la mort, flottent à la surface des eaux, le ventre en l'air, jusqu'à ce que leur abdomen crève par les gaz putrides qui s'y développent et le distendent. C'est par l'ouverture qui résulte de ce déchirement que les intestins sortent du corps, tout en conservant leurs circonvolutions naturelles. Mais après un temps très-court cette masse intestinale se trouve séparée du corps par l'agitation des vagues. C'est alors que le poisson tombe au fond; mais ces intestins continuent encore de flotter longtemps, et s'il arrive qu'ils soient portés sur le bord, ils y demeurent plusieurs jours sur le sable avant que leur décomposition y soit complète. Du reste, ce ne sont que les intestins grêles qui se détachent ainsi du corps; l'estomac et les autres viscères y restent fixés.

des âges primitifs (105). Le retour systématique, chez des animaux qui ont existé à des époques aussi éloignées, des mêmes moyens disposés suivant des règles construites dans le but de produire les mêmes résultats, et se modifiant suivant les mêmes lois pour s'adapter aux diverses conditions d'existence, démontre que toutes ces choses doivent leur origine à une même intelligence première.

Quand nous retrouvons dans le corps d'un ichthyosaure la nourriture qu'il venait d'engloutir l'instant d'avant sa mort ; quand l'intervalle entre ses côtes nous apparaît encore rempli par les débris des poissons qu'il a avalés il y a dix mille ans, ou un temps dix fois plus grand, tous ces intervalles immenses s'évanouissent en quelque sorte; les temps disparaissent, et nous nous trouvons pour ainsi dire mis en contact immédiat avec tous les événements qui se sont passés à ces époques incommensurablement éloignées, comme s'il s'agissait de nos affaires de la veille.

COQUILLES UNIVALVES ET BIVALVES.— Nous n'avons que peu de moyens d'arriver à connaître la structure anatomique des nombreuses tribus éteintes appartenant au grand embranchement des mollusques. Leurs organes mous et périssables ont disparu presque complétement, et leurs coquilles extérieures sont, avec un appareil interne de même nature qui n'existe que dans un petit nombre de cas, les seuls témoignages qui nous restent de l'existence de ces êtres dont les myriades occupaient les anciennes eaux.

Nous devons à la résistance qu'opposent à la destruction les enveloppes calcaires sécrétées par ces animaux, de pouvoir assurer notre étude des coquilles fossiles sur les bases mêmes de la conchyliologie actuelle ; mais le plan que nous nous sommes imposé nous défend d'entreprendre autre chose qu'une revue générale de l'histoire et de l'économie organique des créatures auxquelles ces coquilles ont appartenu.

Les couches de transition les plus anciennes, où l'on rencontre quelque trace de vie, renferment des coquilles univalves et bivalves de plusieurs formes différentes entre elles, en même temps que de nombreux débris d'animaux articulés et rayonnés. Parmi ces coquilles, il en est qui sont tellement pareilles à des espèces actuellement existantes, qu'il nous est permis d'en conclure qu'elles ont dû être créées pour les mêmes fonctions, et qu'elles ont recouvert des animaux dont les formes et les habitudes étaient les mêmes que celles des animaux qui habitent les coquilles de nos mers, dans lesquelles nous observons les mêmes modifications (106).

Toutes les coquilles simples turbinées appartiennent à des mollusques d'un degré plus élevé que les conchifères, dont les coquilles sont bivalves ; les premiers ont une tête et des yeux, les conchifères sont dépourvus de ces deux importants appareils, et ne possèdent, même à un degré inférieur, que les seuls sens du toucher et du goût. Ainsi, les mollusques qui habitent les coquilles de la patelle et du buccin sont des animaux d'un ordre plus élevé que les conchifères inclus entre les deux valves de la moule ou de l'huître.

Lamarck a divisé son ordre des trachélipodes (107) en deux grandes sections : les *herbivores* et les *carnivores*. Ces derniers eux-mêmes se partagent en deux grandes familles, dont l'une attaque et détruit les corps vivants, tandis que l'autre se repaît des cadavres d'animaux qui ont succombé à une mort naturelle ou accidentelle, de même que nous voyons certains genres de mammifères et d'oiseaux, tels que les hyènes et les vautours, se nourrir de préférence aux dépens des cadavres. Le même principe d'économie de la nature qui accélère la destruction des restes de tant d'herbivores terrestres, en les faisant servir à la nourriture de nombreuses légions de carnivores, se montre de même en vigueur parmi les habitants des mers les plus anciennes comme des mers actuelles. Partout nous voyons la destruction dans un groupe devenir un principe d'alimentation et de vie pour d'autres groupes.

Suivant Pline, ainsi que l'observe M. Dillwyn (108), l'animal que l'on supposait fournir la pourpre de Tyr, pour obtenir sa nourriture, perçait les autres coquilles à l'aide d'une trompe allongée, et Lamarck établit que tous les mollusques qui ont à la base de l'ouverture de leur coquille une échancrure ou un canal, sont de même pourvus d'une trompe rétractile perforante (109) : ce

(105) Le temps, qui répand de la dignité sur tout ce qui échappe à son pouvoir destructeur, fait voir ici un singulier effet de son influence : ces substances, si viles dans leur origine, étant rendues à la lumière après tant de siècles, deviennent d'une grande importance, puisqu'elles servent à remplir un nouveau chapitre dans l'histoire naturelle du globe. (*Voyez* FOSSILISATION.)

(106) Voyez l'introduction de M. Broderip à son *Mémoire sur quelques espèces nouvelles de brachiopodes*, dans les *Transactions géologiques*, t. I^er^, p. 441.

(107) Ce nom est tiré de la position qu'occupent les pieds ou les appareils de la locomotion à la partie inférieure du cou ou au devant du corps. A l'aide de ces organes, les trachélipodes rampent à la manière du limaçon commun des jardins (*helix aspersa*). Cette même espèce offre en outre un exemple familier de la disposition que prennent les viscères principaux de ces mollusques à l'intérieur de leur coquille enroulée.

(108) *Voyez* son *Mémoire* lu à la Société royale de Londres, en juin 1823.

(109) La trompe dont se servent les trachélipodes carnivores pour perforer les autres coquilles est armée d'une infinité de petites dents disposées comme les dents d'une lime à la surface d'une membrane rétractile que l'animal applique sur la coquille, de façon à pouvoir mettre les dents en jeu et traverser du dehors au dedans la substance calcaire dont cette coquille est composée ; c'est à travers ce trou qu'il peut extraire, pour s'en nourrir, les humeurs contenues dans le corps du mollusque destiné à lui servir de pâture. Un exemple familier de cet organe nous est fourni par la trompe rétractile du *buccinum lapillus* et du *buccinum undatum*, si communs sur nos côtes. M. Osler a publié sur ce sujet, dans les *Transac-*

sont ces trachélipodes qui, dans son *Système des animaux invertébrés*, forment la section des carnivores ou zoophages. Dans une autre section du même ordre, qu'il désigne sous le nom d'herbivores (phytiphages), l'ouverture de la coquille est entière, et la bouche est armée d'organes disposés pour la mastication des végétaux.

D'après M. Dillwyn, toutes les coquilles turbinées fossiles des couches anciennes, depuis le calcaire de transition jusqu'au lias, appartiennent au groupe des herbivores, et ce groupe se maintient dans la série tout entière des formations géologiques jusqu'à nos jours, où nous le voyons conserver encore son importante place parmi les habitants des mers contemporaines. Quant aux coquilles des univalves carnivores, elles abondent dans les couches tertiaires supérieures à la craie, mais elles sont extrêmement rares dans les couches situées au-dessous jusqu'à l'oolite inférieur, passé lequel on n'en rencontre plus aucune trace.

La plupart des personnes qui font des collections ont vu, sur le rivage de la mer, des milliers de coquilles vides que d'autres animaux rapaces ont perforées de petits trous circulaires pour parvenir jusqu'au mollusque qui les remplissait et se nourrir de sa substance. On observe de semblables perforations dans une foule de coquilles fossiles de ces mêmes couches tertiaires, où abondent aussi les restes de trachélipodes carnivores; mais elles sont extrêmement rares dans les coquilles fossiles des formations antérieures. Dans la craie chloritée et dans le calcaire oolitique, on en cite à peine quelques exemples, et les débris de mollusques carnivores qui les accompagnent sont également rares; enfin dans le lias et dans les couches au-dessous on ne rencontre plus ni coquilles perforées, ni coquilles offrant cette échancrure de la bouche qui n'appartient qu'aux espèces carnivores.

Ces faits nous conduisent à penser que, dans l'économie générale des êtres sous-marins, la grande division des trachélipodes carnivores remplissait le même rôle nécessaire durant le cours de la période tertiaire qu'elle remplit encore de nos jours. D'autres témoignages nous font voir qu'aux époques antérieures à la craie, et durant le dépôt de cette formation, elle fut suppléée dans ses fonctions importantes par d'autres mollusques carnivores, les céphalopodes testacés. Ces derniers, en effet, ne se montrent qu'en proportion faible dans les couches tertiaires et dans nos mers modernes; mais les terrains secondaires et les formations de transition, dans lesquelles les trachélipodes manquent complétement ou sont extrêmement rares, sont remplies de nautiles, d'ammonites, et d'un grand nombre d'autres genres de coquilles polythalames, voisines des précédentes et d'une beauté remarquable. Les mollusques qui habitaient ces coquilles cloisonnées avaient probablement les mêmes habitudes rapaces que nous observons aujourd'hui dans les seiches: et en dévorant, comme ces derniers animaux, les testacés et les crustacés tout jeunes, ils imposaient des limites au développement excessif de la vie animale au fond des mers les plus anciennes. Leur disparition soudaine et presque complète au commencement de la série tertiaire eût laissé un vide dans la police de la nature; elle eût permis aux tribus herbivores de se multiplier à un excès qui fût devenu une cause de destruction pour la végétation marine et pour ces tribus elles-mêmes, si les carnivores détruits n'eussent été remplacés par d'autres appartenant à un ordre différent, et destiné à remplir ces mêmes fonctions que la destruction des ammonites et des genres analogues venait de laisser vacantes. C'est à cette même époque géologique, en effet, que recommencent à se montrer en abondance les débris des trachélipodes carnivores, et tout nous porte à adopter cette conclusion à laquelle est arrivé M. Dillwyn, que, « dans les formations supérieures à la craie, la disparition subite et presque complète qui a eu lieu d'une tribu rapace a été compensée par la création d'un grand nombre de nouveaux genres et de nouvelles espèces pourvues des mêmes appétits et organisées de manière à se procurer leur proie à l'aide de moyens tout différents de ceux qu'employaient les céphalopodes. »

Il paraît donc qu'il est entré dans les desseins du Créateur que la mer fût remplie à toutes les époques, et que la surface de la terre fût couverte du plus grand nombre possible d'êtres organisés et en possession de l'existence; et que, depuis le moment où commença la vie jusqu'à l'heure actuelle, un seul moyen d'exécution a toujours été mis en œuvre, qui consiste à faire du règne végétal la base de la vie organique chez les animaux, et à centupler la somme de bien-être accordée à ces derniers, en livrant les espèces herbivores à la dent vorace des carnivores (110).

tions philosophiques, (1832, IIe partie, p. 497), un mémoire intéressant dans lequel il a figuré la langue du *buccinum undatum* avec l'espèce de râpe dont cet organe est recouvert, et qui sert à l'animal pour la perforation des coquilles dont les habitants forment sa nourriture; et ce savant a modifié les idées que l'on s'était faites sur ce point, en faisant voir que si, d'une part, il est en effet vrai que les coquilles à bouches échancrées annoncent dans les mollusques qui y séjournent des habitudes carnivores, il ne l'est pas également qu'une ouverture buccale entière soit constamment l'indice certain d'un régime herbivore.

(110) M. Dillwyn fait encore observer que tous les trachélipodes herbivores marins des couches de transition et des couches secondaires étaient pourvus d'un opercule que l'on pourrait regarder comme destiné à les défendre contre les céphalopodes carnivores qui pullulaient à cette époque, mais que dans les formations tertiaires, on rencontre une foule de genres herbivores dépourvus de cet appendice, comme si c'était, en effet, parce qu'un semblable bouclier était devenu inutile, après que les ammonites et les genres voisins des céphalopodes carnivores avaient disparu à la fin de la période secondaire, c'est-à-dire après le dépôt de la craie.

M. de La Bèche a publié un tableau dans lequel il fait voir que le poids spécifique et la solidité des coquilles de plusieurs genres actuellement existants sont en rapport avec les habitudes et avec le séjour de l'animal pour lequel elles ont été construites; et il en déduit des preuves d'un plan primitif pareilles à celles qui sont résultées pour nous de toutes les investigations auxquelles nous nous sommes livrés avec soin sur les formes animales vivantes ou éteintes (111).

COQUILLES FLOTTANTES. *Voy.* Couches sédimentaires.

COQUILLES, *leur période embryogénaire. Voy.* Mollusques. — Coquille *chez les céphalopodes. Voy* Céphalopodes.

CORAN, sa cosmogonie. *Voy.* Géologie.

COSMAS, *ses idées en cosmographie. Voy.* Cosmographie.

COSMOGONIE. — Il en faut bien convenir, la cosmogonie ne marche qu'appuyée sur des hypothèses ; mais d'un autre côté on ne doit faire aucune difficulté de reconnaître que l'hypothèse est utile toutes les fois qu'elle ne se donne que pour ce qu'elle est et qu'elle est appelée naturellement par l'état de la science. Pour constituer une hypothèse, on imagine des lois simples et des causes en rapport avec les faits connus, et on essaie d'user de ces lois comme si leur réalité était démontrée ; c'est-à-dire que, ne pouvant vérifier ces lois directement et chacune à part, on essaie de s'en servir pour prévoir les phénomènes complexes où elles doivent trouver leur application, conjointement avec d'autres lois. Si l'expérience est contraire, et si tout le reste du phénomène était d'ailleurs parfaitement connu et expliqué, c'est que la loi supposée est fausse. Si l'expérience est favorable, c'est une probabilité en faveur de la loi supposée, mais ce n'est pas encore une preuve; car le problème auquel cette loi satisfait pouvait être indéterminé, parce qu'on n'en connaissait pas toutes les conditions, et il pouvait, par conséquent, recevoir plusieurs solutions différentes, dont une seule, la seule vraie, satisfait à toutes les conditions réelles du problème, c'est-à-dire tous les faits observés ou non observés. Ainsi, une hypothèse, imparfaitement confirmée par plusieurs expériences insuffisantes, peut être ensuite renversée par une seule (112). Cependant, elle est très-utile, tant qu'elle peut servir à coordonner, et à lier entre eux tous les faits connus. Enfin, quand on voit une loi simple hypothétique se vérifier dans tous les cas que l'on peut imaginer, quand on la voit permettre d'expliquer et de prévoir avec précision tous les faits qui paraîtraient capricieux dans toute autre hypothèse, elle acquiert un degré de probabilité qui équivaut presque à la certitude. Enfin, quand il se présente des moyens décisifs de vérification, elle peut devenir une vérité tout à fait certaine. Elle restreint ainsi le domaine des faits confus et indéterminés, et en les isolant, elle permet d'y démêler d'autres lois inaperçues jusque-là.

Par exemple, en méditant sur la chute d'un corps, Newton conçoit l'hypothèse de l'attraction universelle et de ses deux lois concernant les masses et les distances. Appliquée au satellite de la terre, cette hypothèse en explique les mouvements en longitude et en latitude, la rotation et la libration. Appliquée de même avec succès à toutes les planètes connues et à leurs satellites, elle explique les *lois de Kepler*, et elle en montre la cause; elle explique les phénomènes de la *précession des équinoxes* et de la *nutation*. Elle permet de construire une mécanique céleste, d'où l'on conclut *à priori*, par la connaissance des forces motrices, les mouvements des corps du système solaire, les mouvements périodiques des mers, et les époques précises des retours de celles des comètes sur lesquelles on possède assez d'observations. On découvre les mouvements des étoiles doubles, et bientôt on voit que leurs révolutions s'opèrent d'après les lois de Newton, qui permettront un jour de calculer les distances et même les masses de ces étoiles. Quelquefois, cependant, les deux lois de Newton semblent se trouver en défaut. C'est alors qu'elles se justifient d'une manière éclatante par des conséquences inattendues, par exemple, par la théorie des *perturbations;* ou bien en signalant les fautes ou l'impuissance de l'observation, en y suppléant et en conduisant ainsi à des découvertes aussi belles qu'inespérées. Uranus semble rebelle aux lois de Newton et aux calculs de Laplace. C'est qu'un des éléments

(111) « Un fait qui n'aura pas échappé à l'attention de nos lecteurs, c'est que le poids spécifique des coquilles terrestres que nous avons énumérées, surpasse généralement celui des coquilles *flottantes*. La raison de cette différence est saisie à saisir. Tout en demeurant d'un transport facile, les coquilles terrestres devaient résister aux changements de température et à l'action des agents atmosphériques ; c'est pourquoi elles sont en même temps plus minces et d'une densité plus grande. La coquille de l'argonaute, au contraire, ainsi que celle du nautile et des mollusques qui ont les mêmes habitudes doivent réunir la légèreté à un degré de force suffisant, ce qui explique pourquoi ces sortes de coquilles sont d'un poids spécifique moindre. La coquille la plus dense que l'on ait observée appartient à une hélice ; celle de l'argonaute est la plus légère, et l'ianthine, mollusque flottant, est également au nombre de ceux dont la coquille est spécifiquement la moins dense. Le poids spécifique de toutes les coquilles terrestres qui ont été étudiées est supérieur à celui du marbre de Carrare, et à peu près égal à celui de l'arragonite. Quant aux coquilles marines et d'eau douce, elles surpassent toutes ce même marbre de Carrare, à l'exception des genres argonaute, nautile, ianthine, lithodome, haliotide, et d'un grand taret des Indes orientales, à coquille rayonnée cristalline. Le poids spécifique de la coquille de l'haliotide est exactement égal à celui du marbre que nous avons pris pour terme de comparaison. » (De La Bèche, *Geolog. Researches*, 1834, fig. 376.) *V.* Mollusques.

(112) pag. Herschell, *Discours sur l'étude de la philosophie naturelle*, 1re partie, chap. 7, p. 218 et suivantes.

du calcul a échappé à l'observation, et c'est le mathématicien qui montre à l'observateur une planète nouvelle. Entre les observations des éclipses des satellites de Jupiter, on ne trouve pas exactement les intervalles marqués par le calcul. La cause de ces différences légères, qui affectent nos observations, et non les phénomènes eux-mêmes, se trouve dans l'inégalité du temps que la lumière met à venir des satellites de Jupiter à nous, suivant la différence de leurs positions dans leurs orbites, et c'est ainsi que nous apprenons en combien de temps la lumière traverse ces orbites, et, par suite, quelle est la vitesse de la lumière en général.

Ainsi, les hypothèses servent beaucoup à la science, ou, pour mieux dire, la science n'avance pas sans elles. Sans hypothèses, pas de grands progrès : les observations peuvent s'entasser ; mais elles restent stériles, parce qu'elles sont faites au hasard et sans but, et parce qu'elles ne se rattachent à aucune pensée qu'elles puissent, soit confirmer, soit réfuter au profit d'une pensée nouvelle. On aura beau faire, la patience inintelligente ne remplacera jamais le génie. L'œuvre du génie dans les sciences, c'est la création des bonnes hypothèses. Pour l'esprit humain, inventer c'est créer. Mais il faut que ces créations de l'esprit humain soient d'accord avec l'œuvre de Dieu, et c'est par l'observation qu'on s'en assure. Ainsi, quoique les hypothèses soient de l'utilité la plus haute et la plus indispensable pour la science, il faut pourtant prendre garde de perdre à hasarder de vaines hypothèses le temps qu'on pourrait employer plus utilement à découvrir des lois certaines, qui seules fournissent les moyens de vérifier les hypothèses elles-mêmes.

Ces préliminaires étaient nécessaires à propos d'un sujet dont rien, dans la science, n'égale la profondeur et les difficultés, et qui a donné lieu à l'invention d'une foule de théories ou d'hypothèses, dans lesquelles trop souvent on remarque plus de témérité que de science solide. Quelques savants surtout ont cherché à appuyer leurs systèmes sur le texte sacré de la *Genèse;* il en est résulté autant d'interprétations diverses, que de théories imaginées dans le but spécieux de mettre l'historien sacré d'accord avec les découvertes de la science ; ce sont les théoriciens de ce genre que nous repoussons ; mais quant à ceux qui rejettent au delà du récit mosaïque toutes leurs idées spéculatives sur la formation du monde et son évolution, nous applaudissons à leurs efforts toutes les fois qu'ils ne sont pas en désaccord avec les découvertes de la science positive, et qu'un Dieu créateur et modérateur de la matière, et non un matérialisme stupide, est au fond de leurs systèmes.

La *matière première*, indéterminée, n'est qu'un vain mot, auquel ne correspond aucune réalité. La matière réelle des corps réels, c'est ce qu'on a nommé souvent *matière seconde :* ce sont les substances dont les corps se composent, c'est-à-dire les atomes premiers, substances actives, étendues, impénétrables, continues, chacune en particulier, mais distantes les unes des autres, dont les divers agrégats constituent tous les corps. Quand les corps se dissolvent, leurs atomes subsistent et entrent dans de nouvelles combinaisons.

Quelle est la cause de l'existence des atomes, des lois qui président à leur activité, à leurs combinaisons et à leurs mouvements? En d'autres termes, quelle est la cause première de l'existence, des révolutions et de l'ordre actuel de l'univers ?

Les atomes dont les corps se composent ne périssent pas avec eux, et peuvent avoir existé avant chacun d'eux: mais ni les atomes, ni les corps, n'ont l'existence infinie, immuable, indivisible, de Dieu et des idées éternelles : ils *durent*, et par conséquent ils ont commencé d'être, et leur existence actuelle n'a rien de nécessaire. Il faut donc qu'il y ait une cause première de l'existence de chacun d'eux et de tous ensemble. Les lois de leur activité, de leur puissance motrice et de leur mobilité ne sont pas plus nécessaires que leur existence même. Il faut donc qu'une raison suffisante, extérieure et supérieure à eux, ait déterminé ces lois. En supposant même, contre toute raison, que ces lois fussent nécessaires, et que la matière à laquelle elles s'appliquent existât nécessairement, l'ordre actuel aurait encore besoin d'une cause prise hors de la matière. En effet, il est bien vrai qu'étant donné un certain système de positions et de mouvements primitifs pour tous les atomes, une certaine série de révolutions résulterait infailliblement de leurs propriétés et de leurs lois; mais à chaque système de positions et de mouvements primitifs correspondrait une série différente de révolutions. L'ordre actuel n'est donc point la conséquence nécessaire des propriétés et des lois de la matière, telles que l'observation les découvre ; mais cet ordre suppose de plus un certain arrangement primitif. Il faut donc qu'une cause extérieure et supérieure à la matière en ait distribué primitivement toutes les parties, de telle sorte que, de cette disposition première, les propriétés et les lois de la matière aient fait sortir nécessairement l'ordre actuel, qui autrement serait sans raison suffisante (113).

Il est donc nécessaire de reconnaître Dieu, d'une part comme organisateur, d'autre part comme créateur de la matière, dont l'existence même, aussi bien que l'ordre et les lois, supposent une cause première. Il est bien vrai que les causes qui tombent sous notre observation, soit interne, soit externe, ne produisent que des changements de ma-

(113) Ce dernier argument a été fort bien présenté par le Barnabite Gerdil, mort cardinal en 1804, théologien justement estimé, philosophe cartésien trop peu connu. *Voyez* son *Recueil de dissertations sur quelques principes de philosophie et de religion*, p. 89 et suiv. ; Paris 1760, in-12.

nières d'être; mais l'idée de cause, qui se révèle à notre raison dans toute sa généralité, à l'occasion de l'observation des causes particulières et de leurs actes, est une idée première, absolue et affirmative, qui n'exclut point la production des substances actives et de leurs facultés, et la raison nous montre la nécessité d'admettre cette production. Elle ne nous fait pas comprendre non plus jusque dans sa raison dernière le *comment* de la production, chaque jour observée, des changements dans les êtres. L'observation interne nous montre les limites de notre causalité; l'observation externe nous laisse entrevoir les limites de la causalité des autres êtres contingents; mais aucune induction légitime ne nous autorise à imposer des limites semblables à la causalité de l'Etre suprême. D'ailleurs, je suis un être pensant, et par conséquent simple; mon existence est soumise au temps et à la durée; par conséquent elle n'est pas éternelle. En effet, mon cœur est né d'hier, et aucun souvenir ne me dit que j'aie existé avant mes organes corporels; or, un être simple ne peut commencer d'être, que par la création de sa substance indivisible : la création des âmes ne peut donc être qu'une création de substances, et il n'y a de doute possible que sur l'époque, et non sur la réalité de cette création.

La production des substances étendues, de même que celle des substances simples non éternelles, doit donc être attribuée à celui qui est la source même de l'être, parce qu'il en a eu lui-même la plénitude. Tout ce qui est éternel est en Dieu et participe comme attribut au mode de sa substance, à son existence une, indivisible et immuable. L'idée éternelle de l'espace et du temps, d'où résulte la possibilité absolue des corps, et l'acte de la volonté divine d'où résulte leur existence réelle, sont éternellement en Dieu ; il veut éternellement l'existence de la matière dans l'espace, la succession de ses manières d'être dans le temps, ses mouvements dans le temps et dans l'espace, et par suite, l'existence de tel corps en tel temps et en tel lieu donnés. Le temps et la durée ont donc leur principe dans l'éternité, mais n'en font pas partie. L'éternité n'a point de parties, et elle n'appartient qu'à l'Etre nécessaire et immuable et à ses manières d'être Le temps est la durée idéale et indéfinie qui embrasse toutes les durées réelles. Celles-ci sont nécessairement finies quant à leur partie réalisée, et elles ont par conséquent un commencement, bien qu'elles puissent être illimitées quant à leur avenir. La durée du monde et sa perfection relative tendent sans cesse vers l'infini, qu'elles n'atteindront jamais. Cette loi de progrès sans laquelle l'optimisme serait insoutenable, ne peut se concilier avec l'hypothèse, inadmissible d'ailleurs, de la création éternelle d'un monde éternel : quand même les mots de *passé* et d'*infini* n'exprimeraient pas des idées essentiellement contradictoires, si le monde indéfiniment perfectible avait un passé infini, il aurait déjà réalisé un progrès infini; il aurait atteint la perfection suprême, qu'il n'atteindra jamais, en y tendant toujours,

Nous ne comprenons pas, il est vrai, comment l'existence indivisible de Dieu et des idées nécessaires est présente à tous les temps, sans être elle-même dans le temps, et comment, par conséquent, l'acte éternel par lequel Dieu crée est présent à toutes les durées des créatures; mais nous comprenons que nécessairement il en doit être ainsi et qu'il n'en peut être autrement. Cela doit nous suffire; il faut nous résigner à ne pas comprendre l'infini, et surtout il ne faut pas essayer de le rabaisser à notre niveau, de le réduire à notre mesure, de créer, pour le besoin de notre imagination et en dépit de notre raison, un infini composé de parties, une éternité successive, dont la moitié serait écoulée. Le vrai incompréhensible, mais certain, vaut mieux que l'absurde plus accessible.

Ainsi, ceux qui demandent ce que Dieu faisait avant la création font une question vaine, à laquelle d'ailleurs les platoniciens avaient répondu avant Fénelon. Dieu n'a pas été, il ne continue pas d'être, il ne sera pas; il est et il crée. Mais le monde a été, continue d'être et sera. Dieu voit ces relations d'antériorité et de postériorité là où elles existent, c'est-à-dire entre les êtres créés et leurs manières d'être successives, et non en lui-même ou par rapport à lui-même; car il est en dehors des conditions du temps. Il ne faudrait donc pas demander non plus de combien de temps le commencement du monde est *postérieur* à l'acte éternel par lequel Dieu crée. Cette question est un non-sens, car aucune époque n'est postérieure d'une quantité de temps quelconque à ce qui est éternel. C'est comme si l'on demandait de combien de temps l'existence de tel corps sphérique est postérieure à l'existence de cette vérité éternelle, que tous les rayons de la sphère sont égaux entre eux. Dira-t-on que, si le monde n'a pas toujours été, Dieu lui est *antérieur*, et que, par conséquent, Dieu a été oisif avant d'être créateur? Les partisans de la création éternelle doivent savoir que l'*antériorité* de la cause à l'effet peut n'être que *logique*. Dieu est logiquement antérieur au monde, c'est-à-dire que l'existence du monde dans les temps suppose nécessairement l'existence éternelle de Dieu; mais ce n'est pas à dire que, le monde existant depuis un certain temps, Dieu ait existé oisif dans un temps antérieur. Dieu *n'a pas existé dans un temps; il existe dans l'éternité une et indivisible*, et il y existe comme créateur. Ce n'est pas Dieu oisif, c'est Dieu créateur qui est antérieur au monde, et il l'est logiquement comme les vérités éternelles le sont aux objets auxquels elles s'appliquent. Dieu n'a pas été oisif, puis créateur : il est créateur éternellement; mais l'ensemble des choses créées a commencé dans le temps, en vertu de la volonté créatrice éternelle. Demandera-

t-on pourquoi Dieu n'a pas voulu que l'existence du monde commençât plus tôt, et quelle raison suffisante il a eue de faire commencer l'existence du monde en tel point du temps plutôt qu'en tel autre? Cette question est encore un non-sens : le temps, en lui-même, est tout à fait indéterminé, puisqu'il n'est autre chose que la possibilité indéfinie de la durée. Le commencement de l'existence du monde est la première détermination qui ait été introduite, le premier point qui ait été posé dans le temps indéfini. Ainsi, Dieu n'a pas eu à choisir entre plusieurs points préexistants : il fallait bien qu'il y eût un premier instant du monde; ce premier instant aurait pu être différemment situé par rapport à une époque donnée de l'existence du monde actuel, mais non par rapport à un point pris en dehors de cette existence, puisqu'il n'y en avait aucun. De quelque manière que le monde commençât, il n'aurait pu commencer ni plus tôt, ni plus tard, soit par rapport à l'éternité, seule existence réelle qui lui soit antérieure, et qui l'est logiquement, mais non par un intervalle de temps, soit par rapport au temps, être idéal, qui n'a cessé d'être entièrement indéterminé et n'a commencé d'avoir des parties distinctes, que précisément par le commencement de l'existence du monde.

Toutes les objections, anciennes ou récentes, contre la création non éternelle dans son effet, quoique éternelle dans sa cause immuable, sont de l'espèce de celles que nous venons d'examiner : elles passent toutes à côté de la doctrine que nous avons exposée, et qui n'est pas nouvelle ni ignorée dans l'histoire de la philosophie. Fénelon avait pu trouver déjà le principe de cette doctrine dans Platon, dans Plutarque, dans Numenius et dans Boèce, du moins en ce qui concerne la distinction nécessaire du temps et de l'éternité. Puissions-nous avoir formulé cette doctrine d'une manière plus complète, plus précise et plus inattaquable!

La création, acte éternel de Dieu, d'où résultent l'existence non éternelle de l'ensemble des choses créées et leur durée successive, est donc la seule explication vraiment rationnelle et philosophiquement acceptable de l'existence des substances contingentes. Cette explication n'est pas complète sans doute; mais elle ne peut pas l'être, et nous savons pourquoi; le rapport du fini à l'infini ne peut être compris par une intelligence bornée, qui ne peut comprendre entièrement l'infini, ni par conséquent le fini : pour se rendre parfaitement compte d'un rapport, il faudrait en connaître parfaitement les deux termes. Il faut se contenter de savoir que ce rapport existe et quelle en est la nature. Le rapport du fini à l'infini est celui de l'effet à la cause, de l'effet non éternel à la cause éternelle, de l'effet qui a commencé et qui dure dans le temps à la cause qui existe dans son éternité indivisible. Or, une cause peut produire hors d'elle-même, comme le prouve la production journalière des modes d'une substance active par l'activité d'une autre substance, qui excite l'activité de la première. Les substances contingentes, qui n'ont pas eu elles-mêmes leur raison d'être, ne peuvent produire que des modes. La substance nécessaire, qui a sa cause en elle-même, peut produire des substances, et elle en produit, puisque des substances non nécessaires existent. Le rapport du fini à l'infini, qui est celui de l'effet à la cause, n'est donc pas en même temps celui du mode à la substance, puisque les attributs du fini sont contradictoires avec ceux que la raison nous fait entrevoir dans l'infini; puisque le fini nous apparaît comme étant précisément ce que l'infini ne peut pas être, et réciproquement; mais surtout puisque l'existence des puissances finies, et d'abord de la nôtre, à titre de substances et non à titre de simples modes d'une substance unique, nous est prouvée par les données réunies de l'observation et de la raison.

Voilà comment et jusqu'à quel point la philosophie nous semble pouvoir éclairer la question générale de l'origine des êtres contingents.

Ces principes établis, nous allons exposer brièvement la théorie cosmogonique qui a été le plus en vogue parmi les savants. Imaginée d'abord par W. Herschell, puis développée par l'auteur de la *Mécanique céleste* (*Voy.* LAPLACE), elle a été depuis adoptée par quelques cosmogonistes, bien intentionnés d'ailleurs, qui ont prétendu la trouver tout entière dans le premier chapitre de la *Genèse*. Cette idée n'a abouti qu'à faire du texte sacré le plus étrange logogriphe. Nous examinerons cette théorie à ce dernier point de vue aux articles GODEFROY, MARCEL DE SERRES, JOURS-PÉRIODES, etc. Ici, nous ne la considérons que sous le rapport des exigences de la science elle-même, et nous montrerons en peu de mots que l'un de ses plus habiles défenseurs, le marquis de Laplace, n'a pu se passer de Dieu dans la formation de l'univers, quoique ce fût là le but que se proposait l'orgueilleux savant.

— Selon cette théorie, le premier acte de la création paraît avoir été de remplir l'incommensurable espace d'une matière éthérée, qui, d'après les plus récentes découvertes astronomiques, dues principalement aux infatigables recherches des Herschell (114), va se condensant en amas plus ou moins globulaires d'étoiles ou soleils, de comètes, de planètes, de satellites, etc., amas isolés dans les cieux, soumis à des lois qui ne régissent qu'eux seuls, et placés à une distance si considérable de la terre, que la lumière qu'ils nous envoient, mue avec une vitesse de 80,000 lieues métriques par seconde, s'en est dégagée il y a probablement plus de mille ans (115). Chacune de ces masses glo-

(114) *Transact. philosoph.* 1833. — *Traité d'astronomie*, etc. — Laplace, Ampère, Arago et beaucoup d'autres.

(115) Ce qui fait un total d'au moins 24,608,080 millions de lieues pour leur distance de la terre.

bulaires, constituant ce que l'on appelle une *nébuleuse*, est considérée comme le germe d'un système de mondes futurs, analogue au système de mondes dont notre soleil et nos étoiles font partie. Car, suivant cette hypothèse, tous les corps célestes que nous apercevons dans l'espace autour de nous ne forment qu'une nébuleuse, parvenue au point où toute la matière s'est concentrée en noyaux solides, et comparables, pour la forme, à une meule de moulin dont la voie lactée indiquerait le diamètre (116), et qui comprendrait, dans son épaisseur, toutes les étoiles que nous découvrons à droite et à gauche dans le sens de ses deux faces.

A présent, si nous recherchons quelle force, en résistant à l'action de la pesanteur et à celle des affinités chimiques, a dû originairement s'opposer à la condensation de cette immense masse à l'état de fluide élastique, dont tous les globes de notre nébuleuse particulière auraient été formés, c'est dans le calorique que nous devons naturellement la placer. Mais, en vertu des lois de la chaleur rayonnante, et à la suite de siècles qui échappent à tout calcul, toutes ces matières si diverses se seront graduellement refroidies en se partageant entre une multitude de noyaux ou centres d'attraction, selon l'ordre de leur pesanteur spécifique ; de gazeuses, elle seront devennes liquides, puis solides à divers degrés, de manière, toutefois, que la température de chaque dépôt successif et concentrique ne se sera jamais élevée au-dessus de celle à laquelle le dépôt aura d'abord été formé. A l'état liquide, chacune de ces masses, soumise à un mouvement de rotation sur elle-même, aura pris la forme d'un sphéroïde renflé à son équateur, aplati vers les pôles (117).

Ainsi, pour nous renfermer dans un cercle comparativement beaucoup plus restreint, l'espace qui s'étend jusqu'aux orbes des planètes les plus reculées de notre système solaire, jusqu'à l'orbite d'Uranus, par exemple, éloignée du soleil de 737 millions de lieues, tout cet espace n'aurait été à l'origine qu'une vaste nébulosité, ayant pour centre le centre de notre soleil, dont elle formait comme l'atmosphère. Par suite de la condensation progressive et continue que le refroidissement opérait aux extrêmes limites de cette immense masse de vapeurs (118), mise en mouvement sur elle-même, des masses partielles, des agglomérations distinctes s'en détachaient successivement dans le plan de son équateur. En vertu du principe des aires, à mesure que l'atmosphère solaire se resserrait, le mouvement de rotation s'accélérait, la force centrifuge due à ce mouvement devenait proportionnellement plus grande, et le point où la pesanteur lui est égale se rapprochait du centre du soleil. Toutes les masses de vapeur ainsi abandonnées à des époques et à des distances diverses, continuaient de circuler autour de l'astre central, leur force centrifuge ou d'impulsion se trouvant balancée par leur pesanteur, c'est-à-dire par la force attractive du soleil.

Toujours conformément aux mêmes lois, ces masses secondaires, constituant ce que nous appelons les planètes, par la condensation de l'atmosphère propre dont elles étaient environnées, ont formé aux limites de cette atmosphère de nouvelles masses globulaires, circulant autour du centre des planètes dont elles sont devenues les satellites.

Le peu d'excentricité des orbes des planètes et de leurs satellites, le peu d'inclinaison de ces orbes à l'équateur, et l'identité du sens des mouvements de rotation et de révolution de tous ces corps avec celui de la rotation du soleil, paraissent donner à cette hypothèse un nouveau degré de vraisemblance.

En admettant que les choses se soient passées de la manière que nous venons de l'exposer relativement à la formation originelle de chacun des globes de notre système, et faisant abstraction de toute réaction chimique entre les diverses substances simples et composées qui constituent chaque dépôt particulier, on peut imaginer qu'il y aurait eu homogénéité de composition entre chacune des enveloppes concentriques et une exacte séparation des unes d'avec les autres par des lignes de niveau. Mais pour expliquer l'état du globe terrestre, où tout atteste d'immenses explosions et des déchirements sans nombre, il faut rendre aux éléments des couches successives es propriétés chimiques dont ils sont doués. Alors l'ordre régulier que nous supposions tout à l'heure est détruit, et il se manifeste d'innombrables réactions et combinaisons nouvelles qui amènent des soulèvements, des brisements, des bouleversements, et une série de phénomènes d'une prodigieuse grandeur, accomplis pendant la durée de périodes de temps

(116) C'est à cause de l'énorme largeur de cette nébuleuse, dont nous occupons à peu près le centre, que les étoiles qui la composent, vues dans le sens du diamètre, présentent à l'œil nu l'apparence de légers nuages blancs, formant ce qu'on appelle vulgairement la *voie lactée*, composée de myriades d'étoiles les unes derrière les autres. D'après l'estimation de W. Herschell, il en passa 50,000 au moins dans le champ de son télescope en une heure, et dans une zone de 2 degrés de largeur seulement.

On connaît 2,500 nébuleuses et groupes d'étoiles ; elles ont une grande variété de formes.

(117) C'est ce que démontre, pour la terre, le calcul basé soit sur les lois de l'hydrostatique, soit sur l'action des perturbations lunaires. Cet aplatissement de la terre aux pôles est de 1/305, d'après les calculs de Clairaut et de Laplace.

(118) M. Poisson, lui, établit que la déperdition de toute la chaleur d'origine précédait ou accompagnait la solidification des masses, que les quantités de chaleur dégagées étaient transportées à la surface où elles se dissipaient dans l'espace sous forme rayonnante, et que la solidification commençait par les couches centrales. (*Théorie mathémat. de la chaleur*, p. 427.) Dans l'une et l'autre théorie, que devenait cette prodigieuse quantité de calorique? On ne nous le dit pas. *Voy.* Poisson (M.).

immenses (119), sur toute l'étendue de la surface du globe.....

Cependant les siècles s'écoulent, l'énergique effervescence de tous les éléments antipathiques qui se combattent et qui se mêlent diminue par l'effet des combinaisons et d'un refroidissement toujours progressif; la croûte solidifiée s'épaissit, se fixe peu à peu malgré des commotions fréquentes, des bouleversements partiels et une foule de phénomènes chimiques et météorologiques; l'atmosphère environnant le noyau condensé, d'abord d'une immense étendue et composée d'une foule de substances diverses à une excessive température, subit une longue suite de modifications, jusqu'à ce qu'enfin sa température soit assez abaissée pour que la vapeur d'eau puisse passer à l'état liquide et se précipiter à la surface de la terre. Alors commence une nouvelle et longue série de réactions chimiques : une immense oxydation s'opère par le contact de l'eau avec les bases métalloïdes des terres et des alcalis, en dégageant une énorme quantité de chaleur qui volatilise les eaux à mesure qu'elles arrivent. Mais le refroidissement augmentant de plus en plus, l'eau se précipite en plus grande abondance; le noyau solide est entouré d'un vaste océan acide, qui, pénétrant dans l'intérieur du sphéroïde, y détermine une oxydation violente; la croûte supérieure est soulevée, brisée de toutes parts, soumise à des remaniements, et pour résultat de ces grands mouvements mécaniques, la terre se hérisse de montagnes autour desquelles roulent les flots brûlants d'une mer agitée par les marées, les courants, etc., et douée d'une prodigieuse puissance d'érosion. Sous l'action prolongée de ces eaux, si énergiquement dissolvantes, les éléments des roches granitiques sont désagrégés (120), leurs détritus, longtemps tenus en suspension mécanique dans les eaux, se déposent peu à peu au fond des mers, et se convertissent, sous l'influence de la chaleur centrale, en immenses lits de gneiss, de micaschistes, de roches amphiboliques, de schistes argileux, etc. (121). Les agents atmosphériques secondent l'action des mers dans ce travail de destruction, en attaquant avec une violence désintégrante, qui ne se retrouve plus dans aucun des météores actuels, toutes les masses minérales qui s'élevaient au-dessus du niveau de ces mers primitives, au fond desquelles sont balayés tous ces abondants matériaux sous forme de vase, de sable et de gravier.

Telle serait la solution d'un des problèmes les plus difficiles et les plus compliqués de la géologie, celui de la formation de cette immense masse cristalline à surface irrégulière qui sert de fondement à toutes les couches sédimentaires stratifiées qui lui sont superposées, et dont tous les matériaux proviennent de la disgrégation opérée primitivement dans ces masses granitiques par des forces d'un grand pouvoir de dissolution.

Parmi les nombreux agents physiques dont l'action paraît avoir le plus puissamment influé à toutes les époques sur la composition et l'arrangement des éléments du monde matériel, la dynamique géologique place donc au premier rang deux principes antagonistes, le feu et l'eau; instruments d'une énergie immense, qui ont déterminé visiblement, dans l'économie de notre globe, à sa surface comme dans son intérieur, les plus étonnantes révolutions et les changements les plus féconds en résultats d'une haute importance. Tels sont les deux grands

(119) On a été conduit, par de savants calculs, à ce résultat remarquable que la terre, une fois échauffée a une température quelconque, et plongée dans un milieu plus froid qu'elle, ne se refroidit pas plus, dans l'espace de 1,280,000 années, qu'un globe de 325 millimètres de diamètre, formé de matières pareilles, et placé dans les mêmes circonstances, ne le ferait en *une seconde*. La durée de ces grands phénomènes, dit Fourier, répond aux dimensions de l'univers; elle est mesurée par des nombres du même ordre que ceux qui expriment les distances des étoiles fixes. (*Annales de chimie et de physique* [octobre 1824].) Il est démontré que depuis 2,000 ans, le jour sidéral n'a pas varié de 1/100e de seconde, ou que la diminution de la température de la *masse totale* du globe a été moindre de 1/200e de degré; c'est-à-dire qu'il est démontré qu'en 2,000 ans la terre n'a pas éprouvé la plus légère diminution dans ses dimensions.

(120) L'eau bouillante passe de 100 degrés à 172 par la compression de 8 atmosphères, et à 265,89 par la compression de 50 atmosphères. Si l'on suppose que le tiers ou même le quart des eaux marines était à l'état de vapeur lorsque les premiers granits se formaient, ce sera au fond d'une masse d'eau comprimée par le poids de 50 atmosphères et soumise à une chaleur de plus de 265 degrés que se sera opéré le remaniement des détritus granitiques, et leur agglutination par le ciment siliceux et feldspathique qu'abandonnèrent les eaux en devenant moins chaudes

(121) Il existe plusieurs théories sur la formation de ces premières roches stratifiées qui ne contiennent aucun débris organique. (*Voy.* DE LA BÈCHE, *Recherches sur la part. théor. de la géologie*, ch. 14.)

La consolidation des divers dépôts sédimentaires s'est effectuée sous l'influence de plusieurs causes. Si l'action de la chaleur a dû contribuer à convertir les premiers dépôts de sable en quartz compacte et les premiers lits d'argile en schistes argileux, dans les terrains stratiformes primitifs et dans les roches de la grauwacke, la consolidation des couches argileuses, secondaires et tertiaires peut très-bien s'expliquer par une pression considérable, ou par l'admission de carbonate de chaux, lorsque l'argile devient marneuse. Cette même pression rend compte de la transformation des sables en lits de grès, dans les mêmes terrains, transformation qui a été favorisée, dans un grand nombre de circonstances, par la précipitation d'un ciment tantôt calcaire, tantôt siliceux, déposé très-probablement par quelque vapeur humide, de la même manière que se forment les stalactites et certaines concrétions quartzeuses, la chalcédonie, etc. Ce dernier procédé paraît être celui qu'a employé la nature pour la formation des marbres, bien que plusieurs marbres cristallins aient pu se former par l'action du feu sous une pression énorme. Les dépôts des eaux de Saint-Philippe, en Toscane, forment journellement des marbres qui ont la cassure, l'aspect et tout ce qui constitue les marbres dits primitifs ou statuaires.

leviers à l'aide desquels l'intelligence créatrice paraît avoir pétri, façonné, disposé la matière inorganique de notre monde ; et jusqu'au milieu de la turbulence et du désordre apparent de tant d'éléments opposés, sa sagesse providentielle et sa toute-puissance éclatent par l'uniformité des lois qui ont réglé tous ces mouvements, dirigé toutes ces forces, présidé à l'accomplissement de tous ces étonnants phénomènes.

Beaucoup d'esprits du premier ordre appellent grande et simple l'hypothèse cosmogonique que nous venons d'exposer (122) ; quelques-uns la trouvent absurde, quasi impie ; elle paraît à d'autres assez ingénieuse, et surtout parfaitement innocente. S'il nous est permis d'émettre notre sentiment à cet égard, nous dirons que nous sommes assez disposés à nous ranger du côté de ces derniers. Nous pensons que, pour parvenir à ses fins, il a suffi à l'éternel géomètre de laisser un libre cours aux agents naturels une fois mis en action par sa volonté toute-puissante (123). Nous ne voyons aucune impiété à supposer que Dieu n'a pas créé instantanément les globes sans nombre qui circulent dans l'immensité. Il l'aurait pu sans doute, qui le nie ? mais l'a-t-il fait ? La *Genèse* est-elle donc si explicite à cet égard ? Que Dieu ait employé à créer ce monde un moment, ou cent mille ans, ou mille millions d'années, qu'importe à sa gloire ? L'éternité tout entière n'est-elle pas toujours au delà ? Répugne-t-il à ses attributs d'admettre qu'il ait soumis à des lois organisatrices les éléments de la matière dont il a formé les mondes, et qu'il leur ait fait subir une longue suite de modifications, à peu près comme il fait dépendre d'une succession de phénomènes l'accroissement du chêne de nos forêts ? Qui s'étonne que cet arbre, qui nous ombrage de sa vaste cime, n'ait pas poussé, tel qu'il est, dans l'espace d'une minute, au lieu de n'avoir développé son tronc majestueux qu'après trois siècles d'évolution ? Et les éléments dont il est composé ont été, eux aussi, à l'état de gaz ou de vapeur. Personne ne songe à faire un crime au savant de rechercher les lois physiologiques qui ont présidé à la croissance du chêne, l'honneur de nos forêts ; pourquoi ne lui serait-il pas permis aussi de rechercher les lois génésiaques qui ont présidé à la formation de la terre et des corps célestes qui peuplent le firmament ?

Au reste, la loi du développement graduel se retrouve dans tous les ordres de phénomènes de la nature, qui, comme l'a dit un observateur célèbre, *ne fait rien par saut* (124). Elle paraît être une des lois les plus universelles de la création. Le temps est l'élément nécessaire du perfectionnement de toutes choses, et cette observation est aussi applicable au monde moral qu'au monde physique ou organique. Le minéral polyèdre n'est d'abord qu'une molécule autour de laquelle viennent se ranger symétriquement d'autres molécules ; toute plante, à son origine, n'est qu'un germe, tout animal qu'un embryon, et cet embryon et ce germe n'arrivent à leur entier accroissement que par une marche progressive.

« L'ordre même observé dans la création des six jours, qui se rapporte à la disposition présente des choses, semble indiquer que la puissance divine aimait à se manifester par des développements graduels, s'élevant en quelque sorte avec mesure de l'inanimé à l'organisé, de l'insensible à l'instinctif, de l'irrationnel à l'homme. Et quelle répugnance y a-t-il à supposer que, depuis la première création de l'informe embryon de ce monde si beau, jusqu'à ce qu'il ait été revêtu de tous ses ornements, et proportionné aux besoins et aux habitudes de l'homme, la Providence puisse avoir voulu conserver une gradation analogue, au moyen de laquelle la vie aurait progressivement avancé vers la perfection et dans sa puissance intérieure et dans ses instruments extérieurs ? Si les phénomènes découverts par la géologie manifestaient l'existence d'un pareil plan, qui oserait dire qu'il ne s'accorde pas dans la plus stricte analogie avec les voies de Dieu dans la loi physique et morale de ce monde ? Ou qui assurera que ce plan contredit la parole sacrée, puisque pour cette période indéfinie dans laquelle l'œuvre du développement graduel est placée, nous sommes dans une complète obscurité (125) ? »

Ce n'est pas que nous n'ayons bien des difficultés à opposer à la théorie en question, et l'on n'en doit pas être surpris : le sujet est certainement le plus ardu qu'on puisse se proposer.

Et d'abord nous observerons que les né-

(122) « L'hypothèse qui nous présente les matériaux du globe comme ayant existé primitivement sous la forme d'une nébuleuse, offre, dit le célèbre Buckland, la théorie la plus simple et par conséquent la plus probable de la condition première des éléments matériels qui composent notre solaire. »

Un autre savant anglais, M. Whewell, a fait voir jusqu'à quel point cette théorie, supposée vraie, tend à augmenter nos convictions sur l'existence d'une intelligence primitive et présidant à tout. (Voir son *Traité de Bridgewater*, ch. 7.)

« Toutes les théories modernes, fondées sur les données les plus positives que nous fournissent l'astronomie, la physique et la géologie, admettent que la terre était primitivement à l'état gazeux, c'est-à-dire que toutes les substances solides qui la composent aujourd'hui se trouvaient disséminées à l'état de vapeur, dans un espace beaucoup plus grand que celui qu'elle occupe aujourd'hui. » (Becquerel, *Traité de l'électricité et du magnétisme*, t. Ier, p. 430. Voir aussi de la Bèche, *Recherches sur la partie théorique de la géologie*, c. 2.)

(123) « La sagesse divine embrasse avec une force infinie et la raison première et la fin dernière des êtres, et dispose tout avec douceur pour les conduire à cette fin. » (*Sagesse*, VIII, 1.)

(124) *Natura non agit per saltum.* (Linné.)—Cette loi de continuité qui semble régir toute la nature, a donné lieu à une foule de découvertes physiques, et a conduit à la connaissance d'analogies, de relations intimes entre des phénomènes qu'on ne soupçonnait pas d'abord en avoir aucune.

(125) Wiseman, *Discours sur les rapports entre la science et la religion révélée*, tom. Ier, p. 309.

buleuses sur lesquelles on s'appuie sont les objets astronomiques les moins connus de tout le ciel étoilé; et sur la nature desquels les savants sont le moins d'accord.

On suppose que ces masses de matière diffuse se condensent et se séparent en d'autres nébuleuses à plusieurs siéges d'attraction; mais ce n'est là en effet qu'une pure supposition, et le télescope n'a encore rien révélé aux astronomes qui porte à croire qu'une pareille transformation s'opère.

On peut fort raisonnablement conjecturer que les étoiles, environnées de nébulosités sont de grandes étoiles, centres d'autant de systèmes célestes d'une nature particulière, et que ce qui donne lieu à ces nébulosités apparentes, c'est la réunion d'une multitude d'autres étoiles trop petites pour être observées. On peut penser encore que ces nébuleuses sont entièrement formées d'étoiles agglomérées dans un espace plus ou moins resserré et d'un éclat intrinsèquement trop faible pour être individuellement aperçues; la densité paraît croître vers le centre, parce que là un plus grand nombre de ces étoiles se projettent les unes sur les autres, et, par un effet d'optique, ces étoiles, en se rapprochant et réunissant leurs lumières, produisent l'image d'un point plus brillant que le reste. C'est l'opinion d'Herschell. Enfin d'autres savants conjecturent que ces points faiblement lumineux, semés sur la voûte céleste, pourraient bien être autant de voies lactées d'un autre ordre de mondes plus élevés, dont il ne nous est pas possible de distinguer les innombrables étoiles (126).

Admettons cependant l'existence de la matière éthérée ou nébuleuse. Il faut du mouvement, à présent, dans cette matière, pour former le monde, et du mouvement selon certaines lois déterminées, et par conséquent encore l'intervention d'une cause première, intelligente et toute-puissante. Le système cosmogonique qui nous occupe suppose tout cela, comme il suppose la création de la matière élémentaire et primitive qui remplit l'espace.

On ne peut soutenir que le mouvement soit un attribut essentiel de la matière. La matière est indifférente au mouvement et au repos, c'est un axiome de mécanique. Si le mouvement était essentiel à la matière, il en serait inséparable, il y serait toujours au même degré : toujours le même dans chaque portion de matière, il serait incommunicable, il ne pourrait ni augmenter ni diminuer, et l'on ne pourrait pas même concevoir la matière en repos. Or, loin que nous ne puissions pas la concevoir en repos, nous sommes portés au contraire à regarder le repos comme son état naturel. Si nous voyons un corps inanimé en mouvement, nous ne mettons pas un seul instant en doute l'existence d'une cause qui a déterminé ce mouvement, certains qu'il a commencé et qu'il doit finir avec l'impulsion de la cause étrangère qui l'a produit. Mais allons plus avant. On parle du mouvement essentiel à la matière : qu'est-ce que ce mouvement? Est-il indéterminé ou déterminé? Dans le premier cas, ce serait un mouvement en tous sens, ayant à la fois tous les degrés de vitesse, chose absurde. Dans le second cas, qu'on nous dise qu'elle est la direction que la matière en mouvement suit nécessairement. Toute la matière en corps a-t-elle un mouvement uniforme, où chaque atome a-t-il son mouvement propre? Selon la première idée, l'univers entier ne devrait former qu'une masse solide et indivisible; selon la seconde, il ne devrait former qu'un fluide épars et incohérent, sans qu'il fût jamais possible que deux atomes se réunissent. Sur quelle direction se fera ce mouvement commun de toute la matière? Sera-ce en droite ligne ou circulairement, en haut, en bas, à droite, à gauche? Si chaque molécule de matière a sa direction particulière, quelles seront les causes de toutes ces directions et de toutes ces différences? Si chaque atome ou molécule de matière ne faisait que tourner sur son propre centre, jamais rien ne sortirait de sa place, et il n'y aurait point de mouvement communiqué; encore même faudrait-il que ce mouvement circulaire fût déterminé dans quelque sens. Donner à la matière le mouvement par attraction, c'est dire des mots qui ne signifient rien, et lui donner un mouvement déterminé, c'est supposer une cause qui le détermine. Plus je multiplie les forces particulières, plus j'ai de nouvelles causes à expliquer, sans jamais trouver aucun agent commun qui les dirige. Loin de pouvoir imaginer aucun ordre dans le concours fortuit des éléments, je n'en puis pas même imaginer le combat, et le chaos de l'univers m'est plus inconcevable que son harmonie.

Il ne sert de rien de recourir à des lois générales pour expliquer l'existence du mouvement, son intensité plus ou moins grande et ses directions diverses. « Ces lois n'étant pas des êtres réels; des substances, ont donc quelque autre fondement qui m'est in-

(126) L'opinion qui regarde les nébuleuses comme une agglomération d'étoiles trop éloignées pour être aperçues distinctement à l'aide de nos instruments d'optique nous paraît la plus vraisemblable. Il y a dans le ciel des groupes qui ne présentent à l'œil nu qu'une masse confuse de lumière et dont on distingue très-bien les principales étoiles avec le secours de simples besicles. Tel est le cas pour les Pléiades. Il y a d'autres taches lumineuses qu'on ne parvient à résoudre en groupes d'étoiles qu'au moyen de télescopes d'un fort pouvoir d'amplification. Ce qui a résisté à des grossissements de 50, de 100, de 150, de 200 fois, cède quand on peut pousser les grossissements jusqu'à 1,000 et au delà. Ainsi Herschell est parvenu à transformer en agglomérations d'étoiles la plupart des nébuleuses que Messier, pourvu de lunettes moins puissantes, croyait irréductibles, et qu'il appelait des nébuleuses sans étoiles. A ce point de vue, sans contredit le plus raisonnable, les nébuleuses sont contraires plutôt que favorables à l'hypothèse astronomico-chimique, car ce seraient des mondes tout formés et non à l'état naissant. *Voy.* NÉBULEUSES.

connu. L'expérience et l'observation nous ont fait connaître les lois du mouvement : ces lois déterminent les effets sans montrer les causes ; elles ne suffisent point pour expliquer le système du monde et la marche de l'univers. Descartes, avec des dés, formait le ciel et la terre, mais il ne put donner le premier branle à ces dés, ni mettre en jeu la force centrifuge qu'à l'aide d'un mouvement de rotation. Newton a trouvé la loi de l'attraction ; mais l'attraction seule réduirait bientôt l'univers en une masse immobile : à cette loi il a fallu joindre une force projectile pour faire décrire des courbes aux corps célestes. Que Descartes nous dise quelle loi physique a fait tourner ses tourbillons ; que Newton nous montre la main qui lança les planètes sur la tangente de leurs orbites (127).

Les premières causes du mouvement ne sont point dans la matière : elle reçoit le mouvement et le communique, mais elle ne le produit pas. Plus j'observe l'action et réaction des forces de la nature agissant les unes sur les autres, plus je trouve que, d'effets en effets, il faut toujours remonter à quelque volonté pour première cause ; car, supposer un progrès de causes à l'infini, c'est n'en point supposer du tout. En un mot, tout mouvement qui n'est point produit par un autre, ne peut venir que d'un acte spontané, volontaire. Les corps inanimés n'agissent que par le mouvement, et il n'y a point de véritable action sans volonté. Voilà mon premier principe. Je crois donc qu'une volonté meut l'univers et anime la nature. Voilà mon premier dogme ou mon premier article de foi (128).

Le mouvement n'est donc pas essentiel à la matière. Il existe donc un premier Moteur.

Dans l'hypothèse que nous discutons, il faut, pour construire le monde avec la matière nébulaire, qu'il s'y forme différents centres ou siéges d'attraction. En vertu de quelle loi ces centres divers ont-ils été déterminés ? On parle d'attraction ; mais qu'est-ce que l'attraction dans l'état de choses dont il s'agit ? L'attraction est de deux sortes, l'attraction *planétaire* et l'attraction *moléculaire*. L'attraction planétaire s'exerce sur de grandes masses, à des distances considérables ; elle n'est autre chose que l'action par laquelle ces corps éloignés opèrent ou influent les uns sur les autres à travers l'espace qui les sépare, sans qu'il y ait aucun écoulement de corpuscules qui y contribue (129). Or, l'attraction planétaire ne pouvant pas évidemment exister avant qu'il y eût des planètes ou un système de corps célestes organisé, ce n'est pas sans doute de cette sorte d'attraction qu'il s'agit dans l'hypothèse de nos cosmogonistes. Reste donc l'attraction *moléculaire*. Cette dernière a deux modes d'action : l'un en vertu duquel les molécules de même nature sont unies entre elles dans les corps solides ; c'est la *cohésion*. Cette force, insensible dans les corps à l'état gazeux, était nulle dans la masse élémentaire dont nous parlons. L'autre mode d'action de l'attraction atomique s'appelle *affinité* : c'est cette force qui, sous certaines conditions, unit, combine entre eux, les atomes de nature différente, qui sont à l'état de gaz. La loi d'affinité est donc la seule que l'on puisse invoquer ici ; mais pour qu'elle obtienne son effet, plusieurs conditions sont nécessaires. Il y avait gazéification, il est vrai ; mais pour qu'il puisse y avoir combinaison, il faut de plus pression, et par conséquent résistance. D'où est venue cette pression ? qui est-ce qui a produit cette résistance dans la supposition d'une matière élémentaire formée de gaz essentiellement élastiques et soumis à une expansion indéfinie en tous sens ? Evidemment il n'y avait pas de pression, et par conséquent pas de combinaison possible. D'où nous conclurons qu'il n'y avait place pour aucune des espèces connues d'attraction, et partant pas d'attraction. D'où encore la nécessité de recourir à

(127) Voici la réponse de Newton à cette question : « Les mouvements observés maintenant par les planètes ne peuvent être simplement déterminés par une cause naturelle, ils doivent provenir de la volonté d'un agent libre et plein d'intelligence. Puisque les comètes descendent dans les régions de nos planètes et s'y meuvent en toute sorte de directions, suivant quelquefois le même chemin que les planètes, d'autres fois prenant le chemin opposé, ou bien encore une direction oblique, ayant leurs plans inclinés vers le plan de l'écliptique et à des angles de toute espèce, il est bien évident qu'aucune cause naturelle ne pourrait obliger les planètes, tant principales que secondaires, à se mouvoir constamment dans la même direction et sur le même plan. Cette régularité doit être l'effet d'un calcul intelligent. Il n'y a pas non plus de cause naturelle qui fût capable de communiquer aux planètes le degré précis de vélocité qui leur est nécessaire, relativement à leur distance du soleil et des autres corps placés dans une position centrale pour se mouvoir en orbes concentriques autour de ces corps... Pour ordonner ce système avec son ensemble admirable de mouvements, il fallait une cause qui jugeât et comparât les quantités diverses de matière qui devaient entrer dans la formation du soleil et des planètes, qui appréciât la puissance de la gravitation résultant de ces différences, réglât les distances à établir entre le soleil et les planètes principales, de même qu'entre Saturne, Jupiter, la Terre et les planètes secondaires, et qui assignât aux planètes le degré juste de vélocité qu'elles devaient avoir pour accomplir leur révolution autour des corps placés au centre. Afin de mettre en rapport et d'ajuster toutes ces choses dans un ensemble de corps si variés, il a fallu bien certainement, non pas une cause fortuite ou aveugle, mais l'intelligence du géomètre le plus habile et du mécanicien le plus consommé. » (Newton, *Première lettre à Bentley.*)

(128) J.-J. Rousseau.

(129) Cette force agit toujours en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances. Quand on dit que le pouvoir de la gravitation agit *en raison directe des masses*, on entend que ce pouvoir agit d'autant plus sur un corps, que ce corps a plus de parties, et quand on ajoute que cette même gravitation s'exerce *en raison inverse du carré des distances*, on veut dire que le corps qui pèse, par exemple, 100 kilogrammes à un diamètre de la terre, ne pèsera qu'un kilogr. s'il est éloigné de dix diamètres.

l'intervention d'un agent suprême et tout-puissant pour établir les centres d'attraction et régulariser les mouvements de la matière primitive.

Supposons toutefois la matière élémentaire distribuée par masses globulaires dans l'espace, et formant des nébuleuses avec un centre d'attraction et des limites déterminés. Pour former un monde avec cette masse d'éléments ainsi disposés, une foule de conditions sont nécessaires. Il ne faut pas d'abord que, dans chaque masse respective, ces éléments se solidifient, par le refroidissement, autour du centre qui les attire, autrement nous n'aurions qu'un globe énorme au lieu d'un système de globes. Qui préviendra cet inconvénient? Le mouvement de rotation. Mais d'où naît un pareil mouvement dans la nébuleuse? Quelle est sa cause physique? Pour expliquer le mouvement giratoire des planètes, on a recours à un échange continuel et réciproque des électricités de noms différents entre ces globes et celui du soleil : c'est une hypothèse à laquelle une expérience d'électro-magnétisme a donné une apparence de probabilité (130); mais, quelle qu'elle soit, elle n'est ici susceptible d'aucune application. En effet, pour que cet échange d'électricité ait lieu, il faut au moins deux globes dans le même système, et il n'y en a qu'un dans le cas dont il s'agit, la masse immense de la nébuleuse (131).

La géométrie la plus transcendante, la plus haute philosophie, sont donc dans l'impuissance absolue d'expliquer l'origine de ce mouvement de rotation que l'on suppose dans la nébuleuse; il ne peut donc être attribué qu'à la volonté du Créateur.

Poursuivons. La nébuleuse tourne sur elle-même ; à mesure qu'elle refroidit, des masses s'en détachent par l'effet du mouvement giratoire ou de la force tangentielle. L'attraction (132), agissant sur chaque masse séparée, règle sa rotation autour de la masse gazeuse principale. Cette opération s'étant renouvelée au moins dix fois pour notre système, le mouvement de la première planète détachée, Uranus, a donc varié autant de fois. L'attraction, pour cette planète, ne serait donc aujourd'hui que le dixième de ce qu'elle était à son origine. Il en a été de même proportionnellement pour toutes les autres planètes. Chaque modification dans le mouvement d'une planète a dû en déterminer une autre dans sa forme, et par suite amener une série de variations profondes dans tout l'ensemble des phénomènes qui se rapportaient à cette planète. Il a donc été nécessaire qu'une intelligence souveraine présidât à toutes ces opérations diverses, à ces séparations successives des masses secondaires, planètes, satellites, etc., réglât tous les mouvements, et dictât à la matière, dans toutes ses phases de transformation, des lois rigoureuses pour prévenir les perturbations et empêcher la destruction de l'ordre préexistant.

D'autres considérations démontrent encore visiblement l'action d'un ordonnateur éternel et tout-puissant au milieu de ces grandes évolutions. Il existe un rapport numérique constant entre les distances des planètes à l'égard les unes des autres. La cosmogonie des savants nous conduit à supposer que, pour obtenir un pareil résultat, il aurait fallu qu'à chaque planète qui se détachait de la masse génératrice, la puissance attractive diminuât d'une quantité égale et uniforme, et par conséquent que la masse gazeuse primitive perdît, à chaque nouvelle formation de planète, une quantité de matière égale et uniforme : or, l'observation fait voir que les choses ne se sont pourtant point passées ainsi. En effet, les volumes et les diamètres des planètes sont loin de décroître d'une manière uniforme dans leur ordre d'éloignement du soleil : par exem-

(130) On plonge dans du mercure les deux tiers environ d'un petit aimant dont l'extrémité inférieure est attachée par un fil au fond du vase. Lorsque l'aimant flotte ainsi presque verticalement, de manière que son pôle nord s'élève un peu au-dessus de la surface, on fait descendre perpendiculairement un courant d'électricité positif le long du fil métallique qui touche le mercure, et l'aimant commence aussitôt à tourner de gauche à droite autour du fil. Comme la force est uniforme, la rotation s'accélère jusqu'à ce que la force tangentielle se trouve balancée par la résistance du mercure; alors elle devient constante. On fait tourner par le même procédé et avec une grande rapidité, un aimant et un cylindre autour de leurs propres axes. On a communiqué par les mêmes moyens un mouvement de rotation régulier au mercure, à l'eau, etc., le vase qui les renfermait restant immobile.

(131) Tout récemment M. Henri Martin s'est efforcé d'expliquer l'origine du mouvement de rotation, dont Laplace n'assigne pas la cause primitive. M. H. Martin pense que les dépôts qui se formaient, par l'effet d'un abaissement de température, à la surface de la nébuleuse solaire, en se précipitant vers le centre, ont dû faire éprouver aux matières qui y étaient déjà solidifiées des réactions chimiques d'où il sera résulté, selon lui, des commotions capables de donner une impulsion violente à la masse entière et de produire une rotation. Nous avouons que nous ne pouvons comprendre comment des commotions qui, dans une sphère, devaient se produire sur tous les rayons, puisque ces dépôts arrivaient au centre suivant la direction de chacun de ces rayons, ont pu avoir pour résultante d'y déterminer un mouvement de rotation. Il nous semble, au contraire, que s'il eût été possible que, sur un point, une commotion déterminât un commencement de rotation, cet effet aurait été annulé par une commotion agissant en sens contraire sur un point opposé.

(132) On a avancé que l'attraction était essentielle à la matière. « Admettre que la gravitation soit innée, inhérente et essentielle à la matière, de sorte qu'un corps puisse agir sur un autre corps à travers le vide et la distance qui les séparent, sans le concours d'un agent par qui l'action et la force de ces corps soient transmises de l'un à l'autre, est à mes yeux la plus grande absurdité que l'on puisse concevoir; et aucun homme, je pense, ne peut y tomber, pour peu qu'il soit capable de raisonnement en matières philosophiques. Évidemment la gravitation doit avoir pour cause un agent qui opère toujours d'après des lois déterminées. » (Newton, *Troisième lettre à Benthley.*)

ple, Uranus a 77,5 de volume ; Saturne, qui vient ensuite, en a 887,3; Jupiter, 1470,2; Mars, 0,2; la Terre, 1; Vénus, 0,9; Mercure, 0,1.

On ne peut non plus, sans l'intermédiaire de la volonté libre du Créateur, rendre compte de la formation des satellites et des comètes. On fait sortir les satellites de la masse des planètes ; ils devraient donc participer à la nature de la masse d'où ils tirent leur origine ; cependant, la lune, par exemple, n'a pas d'atmosphère, tandis que la terre en a une. D'où vient encore que parmi ces planètes il en est qui n'ont pas de satellites ou qui n'en ont qu'un, tandis que d'autres en ont jusqu'à six, sept, etc.? Enfin, comment expliquer l'origine des comètes ? Les fera-t-on venir, comme les planètes, de la masse gazeuse principale ? Pourquoi alors ne sont-elles pas soumises aux mêmes lois de forme et révolution...?

Ainsi donc, dans cet ordre de hautes spéculations, on sent à chaque pas la nécessité de recourir à une intelligence qui a conçu et exécuté un plan d'ordre et d'harmonie, d'invoquer la volonté d'un législateur qui a imposé des lois à la matière pour l'exécution de ses conceptions et pour la conservation de son œuvre à mesure qu'elle se développait. Mais quelles étaient ces lois? qui peut le dire? Les lois qui ont présidé à la formation, à l'évolution du monde physique, ne peuvent être celles qui le régissent dans l'état présent ; car ces dernières sont des effets et non des causes, ce sont des résultats de l'ordre de choses existant. Dans un ordre de choses nécessairement différent, comme celui que le système cosmogonique suppose avoir existé à l'origine, il a dû y avoir des lois organisatrices appropriées, différentes des lois actuelles. Il est probable qu'elles échapperont toujours aux investigations de la science, et que *Celui qui a étendu les cieux et donné la loi à toute leur armée* (133) s'en est réservé le secret. *Car mes pensées ne sont pas vos pensées, et mes voies ne sont pas vos voies,* dit l'Eternel. « Autant les cieux sont élevés au-dessus de la terre, autant mes voies sont au-dessus de vos voies et mes pensées au-dessus de vos pensées (134). »

Nous jugeons difficilement ce qui se passe sur la terre, dit l'auteur de la Sagesse (135), *et nous trouvons avec peine ce qui est sous nos yeux ; qui donc oserait scruter les secrets des cieux* (136)? *Voy.* Laplace, Genèse matérialiste, Planètes, Godefroy, etc.

COSMOGONIE
AUX XVI^e^ ET XVII^e^ SIÈCLES.

Major est Scripturæ auctoritas quam omnis humani ingenii capacitas.
(S. Augustinus.)

Les interprètes du premier chapitre de la *Genèse* ont naturellement porté dans leur explication les idées cosmologiques de leur temps. Ces idées sont généralement empruntées à la philosophie grecque, alexandrine ou arabe, et plus près de nous, à ces nombreux et savants observateurs qui, aux XVI^e^ et XVII^e^ siècles, remuèrent avec plus ou moins de bonheur en Europe les plus hautes questions des sciences physiques et astronomiques.

Nous nous bornerons à résumer le système explicatif de la *Genèse,* tel qu'il était encore adopté au commencement du XVII^e^ siècle et présenté comme le plus probable.

Copernic, il est vrai, avait déjà publié ses ouvrages ; mais on tenait encore fortement au système de l'immobilité de la terre placée au centre du monde, système soutenu par Platon, Eudoxe, Callipus, Aristote, Archimède, Hipparque, Sosigènes, Cicéron, Vitruve, Pline, Macrobe, Ptolémée, Tycho-Brahé, etc. Le P. Riccioli, dans son *Almagestum novum,* opposait à Copernic jusqu'à soixante dix-sept arguments contre le mouvement de la terre, et en réfutait quarante-neuf autres qu'il suppose que l'on peut faire en faveur du système de ce célèbre astronome.

Tycho-Brahé écrivait lui-même contre le système de Copernic : *Cette lourde masse de la terre,* dit-il, *si peu propre au mouvement, ne saurait être ainsi déplacée et agitée d'une triple manière, comme le seraient ces corps célestes, sans choquer les principes de la physique; l'autorité des saintes Ecritures s'y oppose..,.. Je pense qu'il faut décidément et sans aucun doute placer la terre immobile au centre du monde en suivant le sentiment des anciens astronomes ou physiciens et le témoignage de l'Ecriture.*

Et, dans une lettre au mathématicien Rothmann, en date du 21 février 1589, revenant sur ce triple mouvement attribué à la terre par Copernic, il dit : *N'est-ce pas confondre les choses d'ici-bas avec les choses célestes et renverser tout l'ordre de la nature? Ne vous y trompez pas, en croyant que Copernic ait suffisamment répondu aux absurdités physiques qui résultent de son hypothèse. Je vous démontrerai que tout ce que vous dites pour le défendre ne suffit pas pour mettre la chose hors de doute ; vous êtes encore moins recevable dans l'interprétation que vous donnez des passages de l'Écriture qui sont contraires à votre système,* etc. Tycho-Brahé s'efforce alors de prouver à son ami que l'Écriture sainte est incompatible avec le système de Copernic.

Les commentateurs de la *Genèse,* placés entre des systèmes qui avaient pour eux la consécration d'une haute antiquité et des opinions toutes récentes, donnaient naturellement la préférence aux premiers. De là cet échafaudage de sphères ou cieux solides et transparents comme le cristal, qui tournent en emportant les astres, cette immobilité de la terre au centre de l'univers et de toute cette physique et cette astro-

(133) *Isaie,* XLV, 12.
(134) *Isaie,* LV, 8, 9.
(135) *Sagesse,* IX, 16.

(136) *Voy.* notre *Nouveau Traité des Sciences géologiques,* ch. 11, 2^e^ édition.

nomie qui nous paraissent aujourd'hui si étranges.

Dans la première moitié du XVII^e^ siècle, nous trouvons toutes ces opinions encore appliquées à l'interprétation du premier chapitre de la *Genèse*.

Qu'est-ce que le *ciel*, *cœlum*, mentionné au premier verset du premier chapitre de la *Genèse*.

C'est le ciel empyrée, le premier ciel, celui que saint Paul appelle le troisième ciel, et David le ciel des cieux, en un mot c'est le séjour des bienheureux. Ce n'est point le ciel des astres, le firmament ou huitième ciel, celui-ci n'ayant été créé que le second jour.

Tel est sur ce point le sentiment le plus commun.

Et la *terre*, *terram?* La terre est le globe que nous habitons, lequel était alors environné d'un abîme ou immense masse d'eau qui s'étendait jusqu'au ciel empyrée. C'est de cette masse d'eau en partie solidifiée qu'ont été faits le second jour tous les cieux ou le firmament, et tous les astres le quatrième jour.

Le deuxième verset (*Terra erat inanis et vacua*) s'entend d'une solitude vide et vaine, sans habitants, sans plantes, sans animaux, sans ornement d'aucune sorte, plongée au centre de l'abîme des eaux. Les *ténèbres étaient* non-seulement *sur la face de l'abîme*, mais elles pénétraient toute la masse des eaux. L'*Esprit de Dieu*, c'est-à-dire le Saint-Esprit, troisième personne de la sainte Trinité, était porté sur les eaux de l'abîme, pour les échauffer, les vivifier, les féconder par sa présence.

Au troisième verset (*fiat lux*, etc.), la lumière n'est point créée, à proprement parler, car, le premier jour, Dieu avait créé toute la matière première, et c'est d'elle qu'il tire ensuite la lumière et les autres substances tant essentielles qu'accidentelles, auxquelles il donne pendant les cinq jours suivants la forme et l'ornement.

Des commentateurs supposent que Dieu fit un globe avec de l'eau qu'il condensa, y attacha l'expansion de la lumière et confia à un ange le soin de mouvoir ce globe en 24 heures, d'Orient en Occident, autour de la terre jusqu'à la création du soleil. Comme les mêmes commentateurs admettent que les eaux remplissaient l'espace immense qui s'étend de la terre jusqu'au ciel empyrée, il n'est pas facile de comprendre le mouvement de ce globe lumineux pour le premier jour.

Ce n'est qu'au second jour que les eaux supérieures sont séparées des eaux inférieures par la création du firmament, qui est le ciel des étoiles et des autres astres. Les eaux supérieures sont au-dessus de tous les cieux mobiles, immédiatement au-dessous du ciel empyrée, et ce sont là les eaux véritables et naturelles. Ce sentiment a pour lui Philon, Josèphe, saint Basile, saint Ambroise, Procope, Théodoret, saint Chrysostome, Rupert, Gennadius, Severianus, saint Hilaire, Bède, saint Justin, saint Augustin, Onkelos, Oléaster, Lipomanus, Molina et beaucoup d'autres.

Ces eaux supérieures que l'on suppose d'une nature plus subtile et plus noble que notre eau, ont été placées au-dessus des cieux pour empêcher, suivant Procope et Théodoret, le soleil, la lune et les autres astres enflammés de dissoudre le ciel fait lui-même d'eau condensée, et pour répercuter vers la terre les rayons des corps célestes. Oléaster pense qu'elles ont été mises là en réserve pour s'en échapper en cataractes lors du déluge de Noé. D'autres pensent qu'elles sont là pour servir d'ornement à l'univers, et pour que les cieux puissent voir constamment au-dessus d'eux la matière dont ils tirent leur origine. Peut-être ont-elles aussi pour destination de contribuer au bonheur des saints qui habitent dans l'empyrée et de réjouir leurs yeux par la variété et la beauté des effets optiques auxquels elles peuvent donner lieu, comme on le voit par l'arc-en-ciel et par tant d'autres phénomènes. Peut-être enfin constituent-elles pour les habitants de l'empyrée une sorte d'air ou d'éther subtile, *per quem*, dit Cornelius à Lapide, *Beati omnia sentiunt, respirant et moventur*.

Les idées cosmologiques reparaissent au quatorzième verset, c'est à-dire au quatrième jour, lorsque Dieu crée le soleil, la lune et les étoiles (*fiant luminaria in firmamento*). Le firmament ne signifie pas seulement ici le huitième ciel étoilé, mais toute l'étendue qu'embrassent les orbes célestes. Tous les astronomes de l'époque enseignaient que les étoiles sont fixes et se meuvent avec le huitième ciel ou ciel sidéral. Elles sont lumineuses par elles-mêmes, puisque leur lumière n'augmente ni ne diminue, soit qu'elles s'approchent ou qu'elles s'éloignent du soleil. Ce qui le prouve encore, c'est qu'elles sont éloignées de soixante-seize millions de lieues du soleil, distance où la lumière de celui-ci ne saurait parvenir.

Ainsi, le quatrième jour tous les corps célestes furent formés d'eau condensée, de cette même eau qui remplissait, au deuxième verset, l'espace immense qui s'étend de la terre au ciel empyrée. C'est donc une erreur de regarder les étoiles comme un produit du feu, ainsi que l'ont cru les anciens.

Quant aux mouvements des planètes, les opinions se partagent entre Ptolémée, qui admet des cercles excentriques, concentriques, des épicycles, etc., et Aristote qui nie toutes ces choses (137).

Voici quelles étaient les idées qu'on avait du volume et de la distance des corps par rapport à la terre. La lune était trente-neuf fois plus petite que la terre; le soleil cent soixante fois seulement plus gros que notre planète, dont il est éloigné de quatre millions de lieues. Il parcourt 1,140,000 lieues

(137) On trouvera dans notre *Dictionnaire d'astronomie, de physique et de météorologie*, art. *Système du monde*, des détails que nous ne pouvons donner ici sur l'astronomie ancienne et celle du moyen âge.

par heure dans son mouvement journalier autour de la terre, l'orbe où il se meut n'ayant que 27,360,000 lieues environ. Quant aux étoiles qui appartiennent au huitième ciel, elles sont éloignées de la terre de 80,500,000 lieues; l'épaisseur du firmament ou du ciel étoilé est de même de 80,000,000 de lieues. Quelle doit donc être la distance, l'épaisseur, l'étendue du neuvième, du dixième ciel et des cieux supérieurs, mais surtout du ciel empyrée!

Une étoile parcourt 42,330,000 lieues par heure dans son mouvement autour de la terre, chemin qu'un cheval, courant 40 lieues par jour, ne pourrait faire qu'en 2,904 ans.

Il n'y a point d'étoile qui ne soit au moins dix-huit fois plus grosse que notre globe. Mais il y en a de six différentes grandeurs. Celles de première grandeur, au nombre de 71, sont 107 fois plus grosses que la terre. Le nombre total des étoiles est de 1,054.

Après avoir fait le calcul du nombre d'années qu'un homme, faisant cent lieues par jour, emploierait pour franchir l'espace qui nous sépare du firmament, qui est de 80,000,000 de lieues, puis l'épaisseur de celui-ci, puis l'espace qui s'étend du firmament jusqu'au ciel empyrée, un commentateur célèbre du XVII^e^ siècle nous suppose transportés tout à coup dans quelque étoile, ou mieux encore dans l'empyrée, et de là jetant un regard sur ce chétif globe de la terre; ne nous écrierions-nous pas : : *Hoc est punctum, cui inhiant filii Adæ, quasi formicæ : hoc est punctum, quod inter mortales ferro et igni dividitur. O quam angusti sunt mortalium termini! O quam angusti sunt mortalium animi! Despice ergo punctum hoc, et suspice cœli ambitum, quidquid hic vides exiguum est et breve; immensa et æterna cogita.*

Telles étaient au commencement du XVII^e^ siècle la physique et l'astronomie à l'aide desquelles on essayait d'expliquer le premier chapitre de la *Genèse*. Depuis cette époque, ces deux sciences ont bien changé de face, elles ont été presque entièrement renouvelées. Les nouvelles découvertes ont déterminé à tenter de nouvelles explications, à combiner de nouvelles théories Mais les systèmes imaginés pour concilier la science moderne avec la *Genèse* ont-ils été plus heureux? Nous nous proposons de les passer successivement en revue pour que le lecteur puisse comparer et juger. — *Voy.* GODEFROY, MARCEL DE SERRES, JOURS-PÉRIODES, COSMOGONIE, LAPLACE, MAUPIED, PACHON, DEBREYNE, CHAUBARD, etc.

COSMOGONIE ORIENTALE. *Voy.* GÉOLOGIE.

COSMOGRAPHIE DES PÈRES DE L'ÉGLISE. — Sous ce titre, M. Letronne a publié dans la *Revue des deux mondes* (mars 1844) un article critique où l'on regrette de ne pas trouver plus de loyauté et de justice. Nous allons le transcrire d'abord tout au long, puis nous le ferons suivre de quelques réflexions qui montreront le peu de fondement des reproches adressés par ce savant à l'Église et à ceux qui en sont regardés comme les colonnes.

« Il fut un temps, dit M. Letronne, et ce temps n'est pas encore bien loin de nous, où toutes les sciences devaient prendre leur origine dans la Bible. C'était la base unique sur laquelle on leur permettait de s'élever; et d'étroites limites avaient été fixées à leur essor. On laissait l'astronome observer les astres et faire des almanachs, mais à condition que la terre resterait au centre du monde, et que le ciel continuerait à être une voûte solide, parsemée de points lumineux; le cosmographe pouvait dresser des cartes, mais il devait poser en principe que la terre était une surface plane, suspendue miraculeusement dans l'espace, et soutenue par la volonté de Dieu. Si quelques théologiens, moins ignorants, permettaient à la terre de prendre la forme ronde, c'était à la condition expresse qu'il n'y aurait pas d'antipodes. L'histoire naturelle des animaux devait partir de la reproduction de ceux qui avaient été conservés dans l'arche; l'histoire et l'ethnographie avaient pour base commune la dispersion, sur la surface de la terre, de la famille de Noé.

« Les sciences avaient donc leur point de départ fixé et déterminé, et l'on traçait autour de chacune d'elles un cercle d'où il lui était interdit de sortir, sous peine de tomber à l'instant sous la redoutable censure des théologiens, qui avaient toujours au service de leur opinion, bonne ou mauvaise, trois arguments irrésistibles, la persécution, la prison ou le bûcher.

« Ces obstacles, que l'esprit scientifique rencontra dans tout le moyen âge, et qui retardèrent pendant si longtemps les progrès des sciences d'observation, tiraient leur force principale de l'autorité des saints Pères. Ces hommes, si éminents par leur foi et leur éloquence, mais généralement peu familiarisés avec les études scientifiques, se persuadèrent que la seule cosmographie possible était celle qu'ils trouvaient exposée dans la Bible, et que les opinions des Grecs, c'est-à-dire le système de Ptolémée, ne devaient point être admises, parce qu'elles étaient contraires au texte de Moïse, dont toutes les paroles, inspirées par l'esprit divin, devaient offrir le reflet de l'éternelle Sagesse. Quelques-uns d'entre eux, trop éclairés pour ne pas sentir toutes les difficultés qui résultaient de l'interprétation littérale, essayèrent d'entrer dans une voie moins étroite. Pour l'honneur de l'écrivain sacré, ils pensèrent qu'en certains cas le sens vulgaire de ses expressions en cachait un plus relevé; ils y découvrirent des allégories savantes ou des symboles mystérieux. Ce système d'interprétation, puisé dans les habitudes de la philosophie païenne, et que les Juifs alexandrins, tel que Philon, avaient adopté déjà, fut mis en œuvre surtout par Origène, un des plus spirituels entre les saints Pères; mais on le repoussa de toutes parts. Il y eut des docteurs chré-

tiens qui, voyant à quelle conséquence conduisait l'interprétation littérale de la Bible, relativement à la cosmographie, mais n'osant pas s'en écarter, voulurent qu'on s'abstînt de toutes ces discussions mondaines, étrangères à la foi, et qui pouvaient lui nuire ; ils gardèrent eux-mêmes un silence prudent (138). D'autres, recommandables par le savoir, la raison et le courage, osèrent prendre ouvertement la défense des *idées grecques*. De ce nombre fut Jean Philoponus, dont l'ouvrage sur la création a pour objet de prouver que rien, dans la sainte Écriture, ne s'oppose réellement au système de Ptolémée (139) ; mais il y réussit fort mal : du moins les théologiens en jugèrent ainsi ; presque tous s'en tinrent aux conséquences de l'interprétation littérale, et rejetèrent tout moyen de conciliation. Les fausses idées qui en découlent prirent un tel ascendant, que c'est avec une grande hésitation, et en prenant toutes sortes de précautions oratoires, qu'on laissait percer une opinion contraire à ces préjugés *orthodoxes*. Ainsi, par exemple, Eusèbe de Césarée se hasarde à dire, dans son Commentaire sur les *Psaumes*, que la terre est ronde (140) ; puis, effrayé de tant de hardiesse, il se hâte d'ajouter que, du moins, tel est l'avis de quelques-uns, laissant clairement entrevoir (et le P. Montfaucon lui-même [141] le remarque) que cet avis était le sien, mais n'osant ouvertement l'avouer ; aussi dans un autre voyage il revient aux préjugés alors en vigueur (142).

« Le patriarche Photius, en donnant l'analyse des ouvrages de Cosmas (143) et de Diodore de Tarse (144), montre qu'il était loin de partager les étranges opinions que ces auteurs émettent sur les phénomènes célestes et la forme du monde ; mais, aux précautions dont il use, il est facile de voir combien il craignait de blesser les âmes pieuses et timorées,

« Cette lutte entre l'esprit et la lettre, entre le bon sens des uns et la foi robuste des autres, fit naître une foule d'ouvrages de controverse, où les partisans de l'interprétation verbale cherchaient à convaincre leurs adversaires de l'impossibilité de concilier la Bible avec l'astronomie alexandrine ; ils en tiraient eux-mêmes les plus étranges hypothèses, qui se réunissaient toutes dans l'exclusion formelle de la rondeur de la terre. Saint Augustin, Lactance, saint Basile, saint Ambroise, saint Justin, martyr, saint Jean Chrysostome, saint Césaire, Procope de Gaza, Sévérianus de Gabala, Diodore de Tarse, etc., ne permettent pas que le vrai chrétien conserve là-dessus le moindre doute.

« Il faut convenir que si les phénomènes naturels n'étaient pas là pour contredire le texte, l'interprétation littérale serait sans réplique ; l'explication que les Pères donnent de la Bible et les conséquences qu'ils en tirent seraient également incontestables. Ce n'est vraiment qu'à l'aide des interprétations les plus forcées qu'on peut voir dans ce texte autre chose que ce qu'ils y ont vu. Ce n'est qu'en changeant le sens naturel des mots, en bouleversant la suite des idées, que les géologues *bibliques* depuis Burnet et Whiston jusqu'à Kerivan et Deluc, ont pu réussir à faire accorder la Genèse avec leurs idées. Telle est, par exemple, leur explication favorite du mot *jour*, dans le récit de la création ; selon eux, ce n'est pas un espace de vingt-quatre heures, c'est un intervalle de temps indéterminé qui a pu être immense. Deluc et ses imitateurs n'aperçoivent que ce moyen de se procurer le temps nécessaire pour la formation des diverses couches qui composent l'écorce du globe. Mais c'est acheter bien cher l'avantage de faire de Moïse un géologue : car cette fameuse interprétation, contraire à l'ensemble du texte, le rend complétement inintelligible. Adoptée ou plutôt *tolérée* en désespoir de cause par quelques théologiens conciliants (145), elle a toujours été rejetée du plus grand nombre, catholiques ou protestants, parce qu'elle ne donne à Moïse l'apparence du savoir géologique qu'en lui ôtant jusqu'à l'ombre du sens commun (146). Ce récit demeure véritablement inexplicable, lorsqu'on part du point de vue scientifique, mais il devient clair et facile, comme le reste du premier chapitre de la *Genèse*, quand on ne veut y voir que l'expression naïve de ces idées élémentaires qui se sont présentées à tous les peuples dans l'enfance de la civilisation (147).

« Imaginer que Moïse a pu n'être pas inspiré en tout ce qu'il a écrit, distinguer, comme l'ont fait quelques modernes, ce qui est de foi de ce qui est science, c'est là ce qui ne vint pas et ne pouvait venir dans la pensée des Pères ; forcés tout à la fois par le sens certain des mots et l'ascendant d'une conviction profonde, ils croyaient ne pouvoir hésiter sur les conséquences de l'interprétation littérale. Ils fermaient les yeux sur leur absurdité ; ce qui était écrit devait être vrai ; tant pis pour la raison humaine, elle devait se soumettre ; car, comme le disait saint Augustin, *ma-*

(138) Joh. Philopon., *De creat. mundi*, III, 13 ; p. 134, 135.

(139) Id., p. 58, 79, 114, 119, 120 *et alibi*.

(140) Dans la *Collect. nova Patr.*, I, p. 460. E. éd. Montf.

(141) *Præf. in Euseb., in Coll. nov. Pat.* I, 355.

(142) *Comm. in Hesaiam.* — *Coll. nov.*, II, 541, D.

(143) *Biblioth.*, cod. 35, p. 9, ed. Hœsch. — 7, col. 2, l. 14, 15, ed Bekk.

(144) *Ap. eumd.*, cod. 223, p. 362, ed Hœsch. — P. 220, col. 2, l, 15, *Bekk.*

(145) Frayssinous, *Défense du christianisme*, t. II, p. 202-203 ; 1825. In-12.

(146) Bergier, *Dict. de théol.*, art. *Jour*. Les Bénédictins auteurs de l'*Art de vérifier les dates avant l'ère chrétienne*, p. 106, in-4°. Rosenmuller, *in Pentat.*, I, p. 88-89. Eichhorn, *Urgeschichte*, p. I, p. 151, etc.

(147) Heyne, *De Hesiodi theol.*, comm. gott., t. II, p. 137. Poth, *Moses und David Keine geologen* (Moïse et David nullement géologues), p. 47 ; Bert., 1799.

jor est Scripturæ auctoritas quam omnis humani ingenii capacitas (148 9).

« Ajoutons qu'ils étaient presque à leur insu sous l'influence des opinions populaires qui dominaient encore les esprits même assez éclairés, et de celles qui avaient été soutenues dans les écoles philosophiques des païens. Car, à côté des progrès, à la vérité très-lents, des sciences d'observation, vivaient toujours les hypothèses imaginées par les anciens philosophes pour expliquer les faits avant de les connaître : et ces hommes ingénieux avaient si largement exploité le champ des vaines conjectures, que les premiers commentateurs juifs ou chrétiens de la Bible, dans leurs rêveries les plus extravagantes, purent difficilement y glaner une explication tout à fait nouvelle. La plus étrange de leurs explications a sa racine dans quelque opinion de ces philosophes païens dont ils méprisaient beaucoup la morale, mais dont ils estimaient fort le savoir, et qu'ils aimaient toujours à citer à l'appui de leurs propres opinions.

« C'est ainsi que les idées cosmographiques auxquelles l'autorité des saints Pères donna tant de crédit, remontent presque toutes aux écoles philosophiques de la Grèce. Ce fait remarquable ressort avec évidence de l'examen de quelques-unes des opinions dont se compose cette singulière cosmographie.

« Je prendrai pour base de cet examen la *Topographie chrétienne* de Cosmas, publiée par le P. Montfaucon, dans la *Collectio nova Patrum*. — C'est, entre les ouvrages qui nous restent sur ce sujet, le seul où un système *cosmographique* soit exposé d'une manière complète. Je le comparerai ensuite aux notions détachées qu'on tire des anciens commentateurs de la Bible, en prouvant qu'elles remontent toutes à quelque opinion soutenue dans les anciennes écoles philosophiques.

§ I^er^.

De la topographie chrétienne de Cosmas Indicopleuste

« Au commencement du VI^e^ siècle, vivait à Alexandrie un personnage qui, après avoir fait le négoce et voyagé dans les mers de l'Inde, avait embrassé la vie monastique. Dans le repos et le silence du cloître, il composa plusieurs ouvrages, dont il ne nous reste plus que la *Topographie chrétienne* Ce livre, écrit vers l'an 535, a été connu de Photius, qui en a donné un extrait fort succinct (150); mais ce savant patriarche a ignoré jusqu'au nom de l'auteur; et Fabricius doute même si celui de Cosmas, qui se trouve dans le manuscrit, ne serait pas simplement un de ces surnoms qu'il était d'usage de prendre, d'après le genre des occupations auxquelles on se livrait, ou des ouvrages qu'on avait composés (151). Quoi qu'il en soit, ce livre n'a guère paru intéressant jusqu'ici que par quelques détails curieux dans l'Inde, où l'auteur avait voyagé, et principalement sur les fameuses inscriptions grecques qu'il avait copiées à Adules; aussi, à l'exception de ces particularités, qui ont été l'objet de diverses recherches, le fond du livre n'a pas beaucoup occupé les savants; en tout ce qu'on en lit dans plusieurs ouvrages géographiques peut être considéré comme un simple extrait de la préface du savant Montfaucon. Cependant le fond même de ce livre le rend un des plus curieux de l'époque où il a été composé. Le but principal de l'auteur a été d'établir le seul système cosmographique qui lui semblait *orthodoxe*, c'est-à-dire, selon lui, conforme au sens littéral de la Bible, auquel il s'attachait avec scrupule. La partie astronomique de ce système est complétement absurde; la partie géographique est remplie de notions fausses et d'idées extravagantes; et toutes deux seraient à peu près indignes d'examen, si elles ne nous représentaient qu'une opinion individuelle. Mais l'analyse approfondie de ce livre démontre que les opinions qui s'y trouvent ont été celles de plus d'un auteur des premiers siècles du christianisme.

« Cosmas attaque très-vivement ce qu'il appelle les *hypothèses grecques*, c'est-à-dire les idées de l'école alexandrine sur la rondeur de la terre et l'existence des antipodes (152). Il croit démontrer d'abord sans réplique, que l'Ecriture est formellement contraire à ces dangereuses idées. Ensuite il avance qu'il est absurde d'imaginer que des hommes peuvent vivre la tête en bas et les pieds en haut (153), et que la pluie peut tomber des quatre points de l'horizon diamétralement opposés (154). Ces arguments datent de loin, et en tout temps ils ont été trouvés fort bons. Plutarque (155) les met déjà dans la bouche d'un des interlocuteurs, grand ennemi de la sphéricité de la terre et des antipodes; et on les voit se reproduire de siècle en siècle, depuis Lactance et saint Augustin jusqu'au moment où la découverte de l'Amérique et le voyage autour du monde de Magellan vinrent pour toujours réduire au silence les adversaires des antipodes.

« Selon Cosmas, la terre est une surface plane entourée de l'Océan ; au delà s'étend une autre terre que les hommes habitaient avant le déluge, mais où ils ne peuvent plus pénétrer maintenant. Cette terre est entou-

Ce petit ouvrage, d'un savant théologien d'Helmstadt, a pour objet de réfuter la géologie biblique de Kirwan (dans ses *geological Essays*, pag. 55 et suiv.). L'auteur veut prouver que le premier chapitre de la *Genèse*, 1° ne contient point de révélation; 2° encore moins une révélation de faits géologiques; 3° en aucune façon une révélation faite à Adam ou à Moïse.

(148-9) *In Genes.*, II, 9. *Opp.*, t. III, p. 135, B.

(150) *Bibliotheca*, cod. 36.

(151) Fabr., *Bibl. gr.*, III, 24; t. II, p. 612.

(152) Cosmas, p. 121, A, B; 157, A; 273, A.

(153) Cosmas, p. 144, E.

(154) Id., p. 119, D.

(155) *De facie in orbe lunæ*, p. 923; t. IX, p. 654, Reisk.

rée de hautes murailles, sur lesquelles le firmament, comme une voûte immense, vient s'appuyer de tous côtés. Ainsi le monde ne ressemble pas mal à un coffre, dont la terre serait le fond, et le ciel le couvercle.

« Voici maintenant comment l'auteur soutient ce singulier système.

« Saint Paul désigne, par les mots τὸ ἅγιον κοσμικόν, le tabernacle élevé par Moïse dans le désert (156). Ici les commentateurs conviennent que le mot κοσμικὸς signifie simplement *terrestre*, par opposition à *céleste* (157). Mais au temps de Cosmas, et auparavant, plusieurs interprètes de l'Ecriture, entre autres Théodoret (158), donnaient à ce mot le sens de *fait à l'imitation du monde*. Cosmas, qui adopte cette interprétation, ne manque pas d'admettre en conséquence que le tabernacle était une représentation du monde (159) : dans ce cas, la forme du premier était connue, celle du second devait l'être nécessairement. Les textes de l'Ecriture à la main, il n'a pas de peine à prouver que le tabernacle avait tout juste la figure d'une grande caisse, une fois plus longue que large, et conséquemment que telle doit être la forme de l'univers. Il s'étaye principalement des passages d'Isaïe : « *Je suis celui qui a posé le ciel comme une voûte* (160); *Je suis celui qui a étendu le ciel comme une tente* (161); et de cet autre de Job : *J'ai incliné le ciel sur la terre* (162).

« Quant à la terre elle-même, Cosmas donne pour certain qu'elle ressemble à une table, ayant une longueur double de sa largeur. Il la compare à la table des pains de proposition, placée dans le tabernacle : peut-on douter de la justesse de cette comparaison, nous dit-il (163), quand on voit qu'à chacun des quatre angles de cette table il y avait trois pains de proposition, symbole évident des trois mois de chaque saison? Et d'ailleurs les quatre angles de cette table ne sont-ils pas des emblèmes évidents des solstices et des équinoxes.

« Ainsi Cosmas ne le cédait pas beaucoup, sur l'article des allégories, à d'autres docteurs chrétiens ou juifs, qui en avaient puisé le goût chez les alexandrins. Cette manière forcée de rendre compte de la disposition du tabernacle rappelle naturellement que Josèphe veut trouver dans certaines dispositions de ce lieu saint des emblèmes du même genre, tels que ceux des douze mois de l'année, de la terre, de la mer, du ciel, des planètes et des quatre éléments (164), toutes choses auxquelles Moïse n'avait probablement jamais pensé; de même Philon (165), ainsi que Clément d'Alexandrie (166), voyait dans les diverses parties de l'ancien temple de Jérusalem, et jusque dans les ornements du grand prêtre, des symboles qui se rapportaient à toute la nature, et principalement à ses parties les plus apparentes, le ciel, la terre, le soleil, la lune, les signes du zodiaque, etc. Cette manie d'interprétation symbolique gagna aussi les théologiens du moyen âge; car, lorsque Galilée eut découvert les quatre satellites de Jupiter, qui augmentaient le nombre connu des planètes, on opposa d'abord à sa découverte et les sept chandeliers d'or de l'*Apocalypse* et le chandelier à sept branches du tabernacle, et jusqu'aux sept Églises d'Asie (167), symboles divins, assurait-on, du nombre auquel la Providence avait voulu porter le nombre des planètes, et qu'on ne pouvait augmenter sans blesser la foi. Mais aussitôt que le fait eut été constaté, on fit la découverte que la foi n'y est pas contraire.

« Le monde de Cosmas, ou ce grand coffre oblong, qu'il appelle ainsi, se divise, selon lui, en deux parties : la première, séjour des hommes, s'étend depuis la terre jusqu'au firmament, au-dessous duquel les astres font leurs révolutions; là séjournent les anges (168), qui ne s'élèvent jamais plus haut (169). La seconde s'étend depuis le firmament jusqu'à la voûte supérieure qui couronne et termine le monde. Sur le firmament reposent les *eaux du ciel*; au delà de ces eaux se trouve le royaume des cieux, où Jésus-Christ a été admis le premier, frayant la route de vie à tous les chrétiens (170).

« Après avoir fait de l'univers un grand coffre divisé en deux compartiments, il restait à expliquer les phénomènes célestes, tels que la succession des jours et des nuits, et les vicissitudes des saisons. Voici l'explication *orthodoxe* de Cosmas. Il considère la terre, ou cette table oblongue, circonscrite par de hautes murailles, comme divisée en trois parties : 1° la terre habitable, qui en occupe le milieu; 2° l'océan, qui environne cette terre de toutes parts; 3° une autre, qui entoure l'océan, terminée elle-même par ces hautes murailles, sur lesquelles vient s'appuyer le firmament. Chacune de ces divisions pourrait être l'objet d'un examen particulier. Je ne m'occupe ici que de l'ensemble. Or, selon lui, la terre habitable va toujours en s'élevant du midi au nord, en sorte que les contrées australes sont beaucoup plus basses que les boréales. C'est pour

(156) *Hebr.* IX, 1.
(157) Cf. Schleusner, *Nov. Lexic. Nov. Test.*, I, 1309.
(158) Dom Calmet, *Comm. sur saint Paul*, t. II, p. 689.
(159) Cosmas, p. 115, D; 196, E; 197, A.
(160) *Isa.* XL, 22. Cosmas, p. 129, D; 305, C.
(161) *Isa.* XLII, 5.
(162) *Job*, XXXIII, 38.
(163) Cosmas, p. 129, D.
(164) *Ant. jud.*, III, 8, 7; I, p. 155, 156 ed. Havere. — Tout cela est dans le goût d'Olympiodore qui interprète les quatre chevaux d'Apollon par les deux solstices et les deux équinoxes. (Dans le *Platon* de M. Cousin, t. III, p. 446.
(165) *De somniis*, I, § 57, t. Ier, p. 654, ed. Mang. — *De Vita Mos.*, III, § 12, t. II, p. 152. — *De Monarch.* II, 5, t. II, p. 226.
(166) *Stromat.*, V, p. 664-669, ed. Pott.
(167) Delambre, *Hist. de l'Ast. mod.*, I; *Disc. prélim.*, p. XX.
(168) Cosmas, p. 286, D.
(169) Id., p. 313, E.
(170) Id., p. 186, D.

cela, nous dit-il, que le Tigre et l'Euphrate, qui coulent du nord au sud, ont un cours plus rapide que le Nil, qui va dans le sens contraire. Tout à fait au nord, il existe une grande montagne conique, derrière laquelle se cachent le soleil, la lune et tous les astres, qui exécutent leur cours le long de la voûte céleste, et en dedans de ces hautes murailles qui circonscrivent la terre. Par leurs mouvements obliques, ces astres ne passent jamais au-dessous de la terre; ils ne font que tourner autour de la grande montagne qui les cache à notre vue. Selon que le soleil s'éloigne ou s'approche du nord, et conséquemment, selon qu'il s'abaisse ou s'élève dans le ciel, il disparaît derrière la montagne en un point plus ou moins éloigné de sa base, et demeure éclipsé plus ou moins de temps : de là l'inégalité des jours et des nuits, et la vicissitude des saisons. Du reste, Cosmas admet que non-seulement le soleil et la lune, mais tous les astres, sont conduits chacun par des puissances spirituelles, par des anges, qu'il compare à des *lampadophores* (171); en sorte que les mouvements de ces astres sont dus à une *cause intelligente* qui préside à chacun d'eux. Ce sont encore des puissances angéliques qui préparent la pluie, rassemblent les nuages, et président aux vents, à la rosée, à la neige, à la chaleur, au froid, en un mot, à tous les phénomènes météorologiques (172).

« Tel est en substance le système de Cosmas. On peut facilement décider si quelque partie de ce système lui appartient en propre, ou bien, si toutes les idées dont il se compose étaient plus ou moins répandues avant lui parmi les docteurs chrétiens. Il nous apprend lui-même qu'il ne l'a pas tiré de son propre fonds. *Ce n'est pas*, dit-il, *d'après ma propre opinion et mes propres conjectures que j'ai exposé la forme du monde; c'est principalement d'après les leçons orales d'un homme divin et d'un grand maître, Patrice; il vient ici du pays des Chaldéens, accompagné de son disciple Thomas d'Edesse, qui le suivait partout dans ses voyages. C'est lui qui m'a fait connaître la vraie et pieuse doctrine, ce qui veut dire le système conforme au texte de l'Écriture, que Cosmas expose dans son ouvrage, et maintenant il a été promu au siége épiscopal de toute la Perse* (173).

« Tout ce qu'il faut conclure de ce texte, c'est que le moine d'Alexandrie tenait son système d'un chrétien de Babylone, appelé *Patrice*, et que le maître ne méritait guère les pompeux éloges de son disciple. Mais ce système n'appartenait pas plus à l'un qu'à l'autre, comme cela résulte de l'examen des principales particularités qu'il présente, et dont je vais montrer l'origine. »

§ II.

De la pluralité des cieux.

« D'abord l'idée d'un double ciel qui divise le monde en deux compartiments n'est que la conséquence de plusieurs textes de la Bible, entendue à la lettre. On la trouve dans beaucoup d'ouvrages des premiers siècles du christianisme.

« La plupart des docteurs chrétiens, expliquant littéralement les expressions de *cieux*, de *ciel des cieux*, dans plusieurs passages des livres saints, et de *troisième ciel*, dont se sert l'apôtre saint Paul, crurent à l'existence de plusieurs cieux (174). D'autres, tels qu'Origène, prenant au figuré les mêmes expressions, prétendaient qu'on ne saurait trouver dans les livres canoniques la preuve qu'il existe sept cieux (175), ou même un nombre de cieux déterminé. Mais cette opinion n'eut pas beaucoup de partisans. On s'accorda en général à reconnaître la pluralité des cieux; on différa seulement sur leur nombre et leur disposition. Les uns (comme saint Hilaire) crurent téméraire d'en fixer le nombre (176); d'autres, se conformant aux idées de la philosophie païenne, en admirent sept, huit, neuf et même dix (177). Il les concevaient comme des hémisphères concentriques qui venaient s'appuyer sur la terre (178), et à chacun desquels ils donnaient différents noms : Bède les met dans cet ordre, *aer*, *æther*, *olympus*, *spatium igneum*, *firmamentum*, *cœlum angelorum*, *cœlum Trinitatis*. Raban Maur nous a conservé une autre classification qui comprend, outre *cœlum Trinitatis*, sept cieux, savoir : *empyreum*, *cœlum aqueum*, *sive chrystallinum*, *firmamentum*, *spatium igneum*, *olympum*, *cœlum æthereum*, *cœlum æreum*.

« Dans les deux listes de Bède le Vénérable et de Raban Maur, on aura remarqué l'*Olympe* qui occupe la place entre l'éther et la matière ignée. C'est encore là le reflet d'une ancienne opinion. Dans un passage très-remarquable de Stobée (179), qui a été regardé par les meilleurs critiques (180) comme étant capital pour la connaissance du système cosmologique de Philolaüs, on voit que ce philosophe donnait le nom d'*Olympe* à l'extrémité supérieure de l'univers, composée de feu, comme le centre de cet univers (181). C'est, je pense, en parlant de cette idée de Philolaüs, que certains commentateurs d'Homère, au rapport de Plutarque, prétendaient, d'après un vers de l'Iliade (182), que ce poëte admettait la division de l'univers en cinq parties ou mondes (183),

(171) Cosmas, p. 150, A, C.
(172) *Ubi supra et p.* 156, D, E; 289, A.
(173) Id. p. 125, A. Cf. viii, p. 306, D.
(174) S. Hilar. *in Psal.* cxxvi, II. *Opp.* p. 467. A.-S. Basil., *In Hexaem.*, hom. 3, 24 C.
(175) Origen., *Contra Cels.*, vi, p, 279, ed. Spenc.
(176) S. Hilar., *ubi supra*, p. 486, D, E.
(177) S. Aug., *in Genes.* xii, 57.— *Opp.*, III, p. 1, p. 318, E.
(178) Tels que les Manichéens (Beaus., II. *d. M.*, II, p. 336.)
(179) *Ecl. phys.*, p. 488, ed. Heer.
(180) Tiedem., *Att. Phil.*, p. 456, ff. Boeckh, *Philolaos*, p. 98, ff.
(181) Boeckh, *ouvrage cité*, p. 99.
(182) XV, 192.
(183) *De def. orac.*, p. 422.— T. VII, p. 666. Reiske. Je corrige une transposition qui a eu lieu dans ce texte.

savoir : l'Olympe, le ciel, l'air, l'eau, la terre, cette dernière occupant la partie inférieure, tandis que *l'Olympe* était situé à la partie supérieure : là, comme dans le système de Philolaüs, selon ces commentateurs, l'Olympe était évidemment la matière éthérée. C'est à cette division de l'univers en cinq parties que saint Basile fait allusion dans un passage de son *Hexaemeron* (184).

« D'autres, confondant le ciel et l'éther, n'admirent que quatre parties, l'éther, l'air, l'eau et la terre (185) ; et l'on voit, par un passage d'Achilles Tatius, que les trois premières parties étaient censées former des sphères concentriques, qui enveloppaient celle de la terre (186).

« Il est possible que l'interprétation citée par Plutarque, appartienne à quelque pythagoricien qui aura voulu expliquer Homère par les doctrines de l'école ; il paraît en effet, et cette application du nom de l'Olympe en est-elle même une preuve, que les pythagoriciens ont cherché de fort bonne heure à rattacher leurs systèmes sur la physique du monde aux traditions poétiques et religieuses. Ainsi Philolaüs supposait que le centre du monde était occupé par le feu, autour duquel tournaient dix corps, savoir : le ciel étoilé, les cinq planètes, le soleil, la lune, la terre et l'antichthone, ou *terre opposée*, qui leur servait à expliquer les éclipses, système qui, pour le rappeler en passant, n'a rien de commun avec celui de Copernic, quoi qu'en aient dit Brucker, Bailly, Montucla et presque tous les historiens de l'astronomie et des mathématiques ; en cela ils n'ont fait que suivre l'autorité du savant Bouilliaud, qui avait donné à son ouvrage sur le vrai système du monde le titre d'*Astronomia philolaica*. Philolaüs, rapportant ce système aux idées religieuses, donnait au feu central le nom de *Vesta, demère des dieux* (187), d'habitation de Jupiter. Enfin, au témoignage d'Aristote, quelques-uns des pythagoriciens rattachaient l'existence de la voie lactée à la course de Phaéton dans le ciel (187*).

« Il me paraît vraisemblable que l'*Olympe* de Béda et de Raban Maur remonte à l'opinion de Philolaüs ; seulement on voit que ces auteurs ou ceux qu'ils ont copiés ne l'avaient pas comprise, puisqu'ils distinguaient l'espace igné de l'Olympe, tandis que, dans l'opinion de Philolaüs, cet Olympe était précisément l'espace igné : mais ce n'est pas la seule fois que les docteurs chrétiens ont emprunté aux anciens leurs opinions sans les comprendre.

« D'autres Pères de l'Eglise interprétèrent différemment les textes de la Bible sur ce sujet. Laissant de côté le troisième ciel de saint Paul, qu'ils entendaient d'une manière toute figurée et même symbolique (188) ; ils s'en tinrent à la *Genèse*, et n'admirent qu'un d'ouble ciel. C'est cette opinion que Cosmas a adoptée. Sa division du monde en deux compartiments ou deux étages, l'un supérieur, l'autre inférieur, paraît avoir été adoptée assez généralement. Elle était énoncée par Diodore, évêque de Tarse (en 378), dans un livre dont Photius nous a donné un extrait ample et curieux (188*). Ce Père y combat les partisans de la sphéricité du ciel et de la terre. Il dit dans un endroit : *Il y a deux cieux, l'un visible, l'autre invisible et placé au-dessus : le ciel supérieur fait en quelque sorte l'office de toit, par rapport au monde, comme l'inférieur par rapport à la terre ; et celui-ci sert en même temps de sol et de base au premier* (189). Sévérianus, évêque de Gabala vers la même époque, parle également du ciel supérieur, qu'il dit être *le ciel des cieux* de David ; et il compare le monde à une maison à double étage, dont la terre serait le rez-de-chaussée ; le ciel inférieur, qui sert de lit aux *eaux célestes*, le plafond ; et le ciel supérieur le toit (189*). Eusèbe de Césarée, dans son *Commentaire sur Isaïe* (190), et l'auteur des *Quæstiones et Responsiones* (190*), admettent la même disposition ; c'est tout juste celle qui résulte de la description de Cosmas, puisqu'il se figurait l'intervalle d'un ciel à l'autre comme formant une espèce de compartiment dont le ciel inférieur était le fond et le supérieur le couvercle. On peut en dire autant de saint Basile (191). Il admettait que la surface supérieure du premier ciel est plate, tandis que la surface inférieure, celle qui est tournée vers nous, est en forme de voûte. Il expliquait de cette manière comment les *eaux célestes* pouvaient s'y tenir et y séjourner (191*). Ce saint Père défend cette disposition contre les objections que les païens auraient pu faire ; il leur demande en quoi l'existence d'un double ou même d'un triple ciel serait plus difficile à comprendre que celle de leurs sphères, *qu'ils disent être disposées comme des seaux de diverses grandeurs emboîtés les uns dans les autres* (192). Allusion assez fine à un passage de Platon (192*).

« Selon Cosmas, le ciel inférieur était séparé du supérieur par les *eaux célestes*. Pour cette disposition, il se fonde sur des textes de Moïse : *Fiat firmamentum medio aquarum, et dividat aquas ab aquis. Et fecit*

(184) *Hexaem.*, homil. 1, 2, p. 10, E.
(185) *Ap.* S. Augest., *De civit. Dei*, vii, 6, p. 630.
(186) Ach. Tat. *Isag.*, § 21, p. 142, C.
(187) Ideler, *Ueber das Verhaltniss des Copernicus tum Atterzhum*, dans le *Museum der Atterthum-Wissenshcaft*, t. II, p. 408. — Cf. Boecku, *Philolaos*, p. 941, ff.
(187*) *Meteorol.*, l. viii, *init.*, p. 538, A.
(188) S. Augest., *in Genes.* xii, 67. *Opp.* t. III, part. 1, p. 322, D. — 324, B, C.
(188*) Phot., cod. 223, p. 210, col. 1, l. 45 ; ed. Bekk. — 211, et col. 2, l. 42.
(189) Phot., p. 220, l. 5. [illegible] 9.
(189*) Sever. *Gab.*, p. 215, B.
(190) *Collect. nov. Patr.*, t. II, p. 571, B.
(190*) P. 424, C. *inter Opp. S. Just. mart.*
(191) *In Hexaem.*, hom. 3, p. 24, A, B.
(191*) Id., 4, p. 23, C.
(192) Id., p. 24, C.
(192*) *De Republ.*, x, 616, D. — Parménide, dans le même sens, comparait les plans de ces sphères à des *couronnes* concentriques. (Pseudo. Plut., *De Plac. phil.*, II, 7, ibiq. Corsini.)

Deus firmamentum divisitque aquas quæ erant sub firmamento, ab his quæ erant super firmamentum(193). Il y ajoute d'autres textes tirés de la Genèse et des Psaumes (193*).

« Plusieurs Pères refusèrent de s'attacher à la lettre de ces textes, et Origène, par exemple, prétendit que, par les eaux placées au-dessus du firmament, il fallait entendre certaines *classes d'anges* ; opinion que saint Augustin combat fortement (194). Le plus grand nombre des Pères s'en tint au sens littéral de ces textes (194*) ; et bien qu'ils sentissent toutes les difficultés d'une telle disposition, comme on le voit par tout ce que saint Basile (195) et saint Augustin (195*) s'opposent à eux-mêmes, ils n'en crurent pas moins que les eaux célestes étaient soutenues par le firmament, qui avait des portes et des fenêtres. Car c'est ainsi qu'on interpréta les termes de cataractes ou de *fenêtres du ciel*, qui se trouvent dans la *Genèse* et les *Psaumes* (196) : on conçut que, par ces ouvertures, les eaux du ciel tombaient sous forme de pluie, à la volonté ou par les ordres de Dieu. Cette disposition, admise aussi dans la cosmographie populaire des Grecs, et dont Aristophane nous a donné une expression burlesque (197), fut regardée comme la condition indispensable de toute cosmographie prétendue orthodoxe (198). Il serait difficile de dire toutes les subtilités auxquelles on eut recours pour appuyer une telle disposition et la rendre un peu moins singulière (199). Une des moins mauvaises explications qu'on imagina fut que la divine sagesse ayant besoin de pluie pour la vie des hommes et des plantes, elle ne pouvait rien inventer de plus commode que cette couche d'eau, dont elle ménageait la chute selon le besoin de ses créatures (200).

« D'autres, comme saint Basile et saint Isidore (201), pensèrent que Dieu avait voulu tempérer l'ardeur de la région éthérée par la froideur des eaux du ciel, ou bien empêcher que le monde inférieur ne fût brûlé par les feux qui embrasaient la partie supérieure de l'univers (202). C'est encore là un souvenir de l'ancienne philosophie païenne. On a vu plus haut que l'Olympe de Philolaüs était cette matière ignée, placée à l'extrémité supérieure de l'univers (203) : Parménide (204), Héraclite, Straton (205), et les stoïciens, croyaient que l'éther, ou la partie la plus élevée du monde, était une matière enflammée (206) par la rapidité du mouvement diurne (207) ; Anaxagore surtout s'était attaché à cette opinion (208), et l'on tirait même de cet état présumé de l'éther l'étymologie de son nom (209). Les anciens philosophes avaient, je pense, été conduits à cette idée par la simple analogie tirée d'un phénomène très-ordinaire, savoir, l'inflammation des matières combustibles et l'échauffement des pierres et des métaux par le frottement (210) ; ils en conclurent que l'éther, frotté si violemment par le mouvement rapide de la voûte solide du ciel, devait être une matière en état d'incandescence. Cette théorie, qui fut reçue, et, pour ainsi dire, remise en circulation par les néoplatoniciens, comme on le voit dans Plotin (211), passa de leur école dans les livres des saints Pères, entre autres, de saint Augustin, qui s'en servit pour expliquer l'existence des eaux célestes (212). Ce grand saint, toutefois, ne se dissimulait pas combien cette disposition était contraire aux plus simples notions du bon sens. Mais comme elle était appuyée par des textes dont le sens littéral lui paraissait le seul admissible, il finit par conclure que, de quelque manière que l'on pût concevoir l'existence d'une couche d'eau sur le firmament, il fallait nécessairement qu'elle y fût (*quoquo modo autem et qualeslibet aquæ ibi sint, esse eas ibi minime dubitemus*) ; car, ajoute-t-il, toute la capacité de l'esprit humain doit céder à l'autorité de l'Ecriture (*major est quippe Scripturæ auctoritas, quam omnis humani ingenii capacitas* [213]). Ce seul mot explique et excuse tant d'aberrations. »

(193) *Genes.*, I, 6.

(193*) *Laudate eum, cœli cœlorum et aquæ omnes quæ super cœlos sunt.* (*Psalm.* CXLVIII, 5.) — *Qui tegis aquis superiora ejus.* (CIII, 3.) — *Et mandavit nubibus desuper et januas cœli aperuit* (LXXVII, 23.)

(194) *De civ. Dei*, XI, 34, p. 1113.

(194*) Selon l'abbé Bergier, savant docteur de Sorbonne, auteur du *Dictionnaire de Théologie*, de l'*Encyclopédie* (art. *Ciel et Eaux*), ce sont *les incrédules* qui ont prêté à Moïse l'idée que le ciel est une voûte solide recouverte d'une couche d'eau et percée de trous, etc. Ce docte théologien n'a pas songé qu'il range ainsi d'un trait de plume presque tous les Pères de l'Eglise parmi les incrédules.

(195) *In Hexaem.*, III, 7, p. 29.

(195*) *In Genes.*, II, c. 4.

(196) *Genes.* VII, 11 ; VIII, 2. — *Psal.* LXXVII, 27. — Cf. Seileusn. *Nov. Thes. Vet. Test.*, t. III, p. 91, 231, 252.

(197) Aristoph., *Nub.* v. 372.

(198) Auctor *Quæst. et respons.*, 93, p. 449, B, C. Theophil. *ad Autolyc.*, II, 9.

(199) Cf. Lud. Vives *ad* S. Aug. *Civ. Dei*, XI, 34, p. 1114. — Cf. S. Justin Martyr, I. I.

(200 S. Cyrill. Hierosol., *catech.* IX, p. 76. B, C. — Ailleurs, S. Cyrille donne une autre raison (p. 17, B.) qui n'est pas beaucoup meilleure.

(201) *Ap.* Lud. Viv. *in* S. Aug. I. I. — Cf. *Auctor Quæst. et Respons.*, 93, p. 448.

(202) « Cujus scilicet natura artifex mundi Deus aquis temperavit, ne conflagratio superioris ignis inferiora elementa succenderet. » (Isid. *ap.* Vinc. Bellov., *Spec. mundi*, III, 82.)

(203) Carus, *Ideen zur Geschichte der Philosophie*, p. 288.

(204) Stob., *Eclog. phys.* p. 500, ed. Heer.

(205) Diog. Laert., VII, 137.

(206) Arist., *Meteor.*, I, 3, p. 530, A, et *alibi*. — Pseudo-Arist., *De mundo*, II, 3, *ibi* Kapp.

(207) Id., *De cœlo*, II, 7, p. 460, A.

(208) Carus, *De font. Anax. Cosmo-Theor.* p. 711.

(209) Mais Aristote faisait venir ce mot de ἀεὶ θεῖν, *toujours courir*. (Cf. Kapp. *ac Tract. de mundo*, Exc. II.

(210) Aristote, *de cœlo*, II, 7. p. 460, B. — Cf. S. Justin. Mart., *Arist. dogm. evers.*, § 55, p. 152. — *Quæst. et resp. ad Gr.*, p. 196, D, E.

(211) *Enn.*, III, c. 3, p. 138.

(212) *In Genesin*, II, 5. — *Opp.* III, p. 133, E, *part.* I.

(213) S. Aug. *in Genes.* II, 9. — *Opp.* III, p. 135, B, *part.* I.

§ III.

De la place occupée par les anges dans le monde physique.

« L'idée que les anges occupaient une place intermédiaire entre la terre et le ciel n'est pas non plus particulière au système de Cosmas et de Patrice. C'était l'opinion de saint Hilaire, ainsi que le reconnaissent les savants Bénédictins éditeurs de ses œuvres (214). Théodore, évêque de Mopsueste, dans son ouvrage perdu *sur la création*, adoptait et développait la même idée (215); Jean Philoponus, qui la combat, déclare qu'elle n'est autorisée par aucun texte de l'Ecriture, et, en effet, ni l'Ancien ni le Nouveau Testament n'en offrent la trace : elle a été amenée par la nécessité d'expliquer les phénomènes ; et, si je ne me trompe, on a puisé à une source qui a fourni bien d'autres explications, à la source platonicienne. Platon, dans le *Banquet* (216), dit qu'il existe des êtres appelés *démons*, intermédiaires entre l'homme et la Divinité, qui transmettent aux dieux les vœux et les prières des hommes, et aux hommes les volontés des dieux, par le moyen des oracles et des divers genres de divination, d'enchantements, de procédés magiques (217).

« L'auteur de l'*Epinomide* (218) en parle dans le même sens ; il appelle ces démons une sorte de race aérienne qui occupe une *place* intermédiaire. Xénocrate, disciple de Platon, et dont l'*Epinomide* rappelle peut-être en ceci la doctrine, avait également fixé dans la région sublunaire les êtres semi-divins, ou démons invisibles à nos yeux (219). C'est à la même source que Varron avait puisé l'opinion qu'il énonce en ces termes : *Inter lunæ vero gyrum et nimborum ac ventorum cacumina aerias esse animas, sed eas animo non oculis videri, et vocari heroas, et lares et genios* (220)

« Apulée reproduit, dans des termes analogues, l'opinion des néoplatoniciens de son temps. Il parle de puissances moyennes qui tiennent de la Divinité, et qui sont placées entre la terre et la haute région du ciel (221). C'est également la doctrine de Proclus et de Plotin. Ainsi les platoniciens anciens et nouveaux avaient placé les démons précisément là où saint Hilaire, Théodore de Mopsueste et Cosmas ont depuis placé les anges, où saint Paul mettait les esprits malins (222).

« Quant à cette autre idée de Cosmas, que des anges qu'il appelle *lampadophores* président aux mouvements des astres (223), selon Jean Philoponus, elle avait été admise par Théodore de Mopsueste, et elle avait trouvé des partisans auxquels il n'épargne pas le sarcasme. « Que ceux, dit-il, « qui se portent défenseurs du sentiment de « Théodore nous disent dans quel endroit « de l'Ecriture divine ils ont appris que des « anges mettent en mouvement la lune, le « soleil et chacun des astres, les tirant à eux « attelés comme des bêtes de somme, ou les « poussant par derrière comme ceux qui « roulent des ballots de marchandises, ou « les faisant mouvoir de ces deux manières « à la fois, ou enfin les portant sur leurs « épaules. En vérité, qu'y a-t-il de plus ridi- « cule que toutes ces suppositions? Comme « si Dieu, qui a créé le soleil, la lune et tous « les astres, n'a pas pu leur imprimer le « mouvement, ainsi qu'il a donné aux corps « pesants et légers une tendance à se préci- « piter vers la terre, et à tous les êtres vi- « vants une faculté de se mouvoir qu'ils ti- « rent du principe d'activité qui les ani- « me (224). »

« Dans ce beau passage, Jean Philoponus paraît entrevoir que la force dont les mouvements des corps célestes sont le résultat, pourrait avoir de l'analogie avec la pesanteur. Mais Jean Philoponus ne s'est pas plus douté de la théorie des forces centrales que Descartes, auquel Bailly attribue la découverte de la force centrifuge (225). L'honneur des découvertes s'établit sur des titres un peu plus clairs. On peut rappeler ici qu'un des interlocuteurs d'un dialogue de Plutarque compare le mouvement de la lune autour de la terre à celui de la pierre dans

(214) S. Hil. *in Psalmos.* — *Opp.*, p. 486, A, B, 487. A. ibique annotat.

(215) J. Philopon., *De creat.*, I, 16, p. 31; 17, p. 32.

(216) P. 202. E. 203. A. — Cf. Plutarch., *De Is. et Osir.*, p. 361, B, C.

(217) Cette idée sur le rôle des *démons* fut tellement répandue chez les païens, d'après une si grande autorité (cf. Maxim. Tyr., XIV, 8. — Procl. *in Tim.*, I, p. 49. — Plut., *De Isid. et Osir.*, p. 361, B. C. — Aristid., *Orat.*, t. II, p. 106, ed. Jebb., etc.), que les Pères de l'Eglise ne purent guère se dispenser d'attribuer aux *démons* les oracles de l'antiquité. Leur opinion à cet égard fut à peu près unanime. Le Jésuite Baltus (*Réponse à l'hist. des oracles*; Strasb., 1707,) a très-bien prouvé que Vandale et Fontenelle, en n'y voyant que l'œuvre de l'imposture, vont formellement contre l'autorité des saints Pères; ce qui ne prouve pas du tout, comme le concluait Baltus, que Vandale et Fontenelle aient tort; du moins aucun homme de sens ne le soutiendrait à présent. Dans un très-bon livre de théologie, l'*Herméneutique sacrée*, M. Janssens, art, 47, avance que Tatien, Origène, Eusèbe, S. Jean Chrysostome, etc., n'ont vu dans les oracles que le résultat de la fraude ; les preuves du contraire sont rassemblées dans les chap. 3 à 9 du livre de Baltus, et dans les chap, 2, 3, 4, 5, 8, etc., de la suite de sa *Réponse*.

(218) § 8, page 985. D—page 510, ed. Ast. "Εδ ρα est pris dans un sens physique.

(219) Stob.; *Ecl. phys.*, I, 62, (Heer. — Plut., *De Is. et Osir.*, p. 361 — VII, p. 425, Reiske.

(220) Varro *ap.* S. Aug. *in civit. Dei*, VII, 6, p. 630.

(221) *De Deo Socrat.*, II, p. 133, *ed.* Oudend. « Cæterum sunt quædam divinæ mediæ potestates, inter summum æthera et infimas terras in isto intersitæ aeris spatio, per quas et desideria nostra et merita ad Deos commeant, » etc.

(222) *Ephes.* II, 2; VI, 12.

(223) Selon d'autres, chaque *pays* de la terre avait son *ange* particulier. Polychron. *in Daniel.*, ap. *Script. vet.*, part. II, p. 144; Rom., 1825. — Cf. Suarez, *De angelis*, VI, 18.

(224) J. Philop., *De creat mundi*, I, 12, p. 25.

(225) Delambre, *Hist. de l'astron. mod.*, II, p. 212.

une fronde en mouvement. Elle est retenue par la corde, qui l'empêche de s'échapper, en même temps que la rapidité de son mouvement la maintient à l'extrémité du rayon (226). C'est là une image assez juste du combat des deux forces dans les mouvements circulaires. Le principe sur lequel cet image repose remonte, je pense, jusqu'au système d'Anaxagore (227), qui croyait que les corps célestes sont des pierres que la rapidité du mouvement diurne a entraînées de notre terre et maintenues ensuite dans les hauteurs du ciel.

« On ne peut voir en tout ceci que des aperçus rapides et fugitifs, qui, n'étant amenés par aucune observation suivie, n'ont jamais été liés à aucune théorie fondée. C'est là, plus ou moins, le caractère de la physique des anciens.

« Il paraît donc que les docteurs chrétiens, partisans de l'opinion de saint Hilaire et de Théodore, concevaient de diverses manières le mouvement imprimé aux astres par les anges. Quelques-uns supposaient qu'ils les portaient sur leurs épaules, comme l'*omophore* des manichéens (228) ; d'autres, qu'ils les roulaient devant eux ou qu'ils les traînaient à leur suite. Cosmas, en assimilant les anges à des *lampadophores*, semble avoir cru que les astres étaient comme des flambeaux que les anges portaient à la main.

« Cette opinion tient encore à celle de Platon qui, dans le *Timée*, suppose que chaque étoile est présidée par un génie ou une intelligence d'une nature intermédiaire entre la Divinité et l'homme, à moins qu'on n'aime mieux supposer que les mouvements si extraordinaires que plusieurs docteurs chrétiens prêtaient aux astres exigeaient l'action immédiate et constante d'une cause intelligente qui les poussait dans l'espace. On voit cette idée reparaître encore dans les écrits théologiques du moyen âge, par exemple, dans un ouvrage bizarre (229) où l'abbé Trithème, l'auteur de la fabuleuse Chronique des Francks, donne la succession exacte des *sept anges*, ou esprits des planètes, qui, les uns après les autres, et chacun pendant le même espace de trois cent cinquante-quatre ans, ont gouverné les affaires de ce monde, sous l'inspection de la Providence, depuis la création jusqu'à l'an de grâce 1522 (230). Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est de voir cette même opinion exprimée dans l'ouvrage du Jésuite Riccioli, très-savant astronome, à qui ses supérieurs n'avaient accordé la permission de lire les dialogues de Galilée qu'à la condition de les combattre. Cet antagoniste *malgré lui* de Copernic eut recours à l'opinion platonicienne, et plaça des intelligences célestes dans les étoiles. Il y fut contraint, pour répondre aux objections victorieuses que ce grand homme et Galilée tiraient de l'invariabilité des distances relatives des astres pendant le mouvement diurne. Alors que le cours capricieux des comètes avait déjà brisé les cieux de cristal auxquels les anciens astronomes attachèrent les astres, Riccioli ne pouvait expliquer cette difficulté énorme, qu'en admettant qu'il y a dans chaque étoile un *ange* fort attentif à ce que fait son voisin, et qui pousse l'étoile à laquelle il préside plus ou moins vite selon sa distance, de manière que, vues de la terre, les distances relatives ou les intervalles angulaires restent toujours les mêmes. Présenter sérieusement une pareille solution, c'était avouer qu'on n'avait rien à répondre. Mais il n'est pas bien sûr que Riccioli ait cru un mot de ce qu'il disait. Trop bon astronome pour ne pas sentir les mérites du système qu'il avait l'ordre de combattre, il l'attaque le plus souvent en avocat qui voudrait perdre sa cause. On voit qu'il ne lui a manqué, pour être copernicien, que la *licenza de' superiori.* »

§ IV.

De la forme du monde et du mouvement des astres.

« Quant aux traits caractéristiques du système de Cosmas, je veux dire ses idées sur la forme du monde, sur les mouvements des astres autour de la partie élevée de la terre, sur les hautes murailles qui l'entourent et soutiennent le ciel, on est encore certain que ni lui ni son maître ne les avaient tirées de leur propre fonds. J'ai déjà remarqué que le sens donné par cet auteur aux mots ἅγιον κοσμικὸν dans saint Paul était adopté par plus d'un commentateur de cette époque. Or, ce sens est en quelque sorte le pivot de tout le système ; car, du moment qu'on admettait que le tabernacle de Moïse avait été construit à l'imitation du monde, on était nécessairement conduit à admettre que le monde avait la forme de ce tabernacle. Aussi avons-nous vu que Sévérianus de Gabala et Diodore de Tarse se figuraient le monde comme une maison à double étage, ce qui rentre tout à fait dans la même idée ; ce dernier auteur achève la ressemblance en donnant au ciel, de même

(226) *De fac. in orbe lun.*, IX, p. 652.

(227) Pseudo-Plut., *Plac. ph.*, II, 13 ; Stob. *Eclog. phys.*, I, 508, ed. Heer. — C'est, je pense, cette opinion d'Anaxagore qui donna lieu de lui attribuer la prédiction de la chute de l'aérolithe tombée près d'Ægos Potamos. (Plut., *Lysand.*, c. 12.) Il pensait que les astres sont des pierres que la rapidité du mouvement diurne a enlevées de la surface de la terre, et qui, après avoir été enflammées par l'éther, sont devenues des astres éclatants. Or, comme dans ce système, il devenait possible que quelques-unes des pierres entraînées par le tourbillon éthéré retombassent sur notre terre, on aura attribué à Anaxagore la prédiction d'un phénomène dont son système avait en quelque sorte donné l'explication d'avance.

(228) Beausobre, *Hist. de manich.*, II, 374, 375.

(229) *De septem secundeis, id est, intelligentiis sive spiritibus, orbes post decem moventibus ;* Argentor., 1600.

(230) Il est singulier que la durée des règnes de chacun des anges contienne précisément autant d'années que l'année lunaire contient de jours. Cela doit se rattacher à quelque rêverie astrologique.

que Cosmas, la figure d'une tente dont la partie supérieure serait en forme de voûte (231). D'ailleurs, dit Photius, il cherchait à rendre compte, dans cette hypothèse, du lever et du coucher du soleil, de l'augmentation des jours et des nuits et des autres phénomènes de ce genre, et, à l'appui de ses idées, il citait des textes de l'Ecriture. C'est dire assez que, dans cette partie de son livre, Diodore traitait le même sujet que Cosmas, et, d'après la figure qu'il attribuait au monde, on doit croire que ses explications ne différaient pas beaucoup de celles du moine égyptien, si elles n'étaient pas exactement les mêmes. Photius, qui ne se montre nulle part favorable à tous ces systèmes, s'exprime sur celui de Diodore avec une réserve pleine de modération et de prudence. « Diodore, dit-il, « appuie son opinion, du moins il le croit, « sur des témoignages de l'Ecriture, relatifs « non-seulement à la figure (du monde), « mais au coucher et au lever du soleil; il « recherche aussi la cause de l'augmentation « et de la diminution des jours et des nuits, « et s'occupe d'autres sujets de ce genre, qui « n'ont rien de fort nécessaire, à mon avis, « bien qu'ils aient en effet *quelque connexion* « *avec les livres saints*. Sans doute, dans ce « qu'il dit à cet égard, on reconnaît un hom- « me plein de piété, mais on n'accordera pas « aussi facilement qu'il se serve avec discer- « nement des témoignages de l'Ecriture. »

« Jean Philoponus, en critiquant le livre de Théodore de Mopsueste, parle de la forme que cet évêque donnait au monde, qu'il se représentait comme la moitié d'un cylindre coupé longitudinalement, et ayant une longueur double de sa largeur (232) : or, le monde de Cosmas a presque exactement cette même forme, et il présente les mêmes rapports de dimension.

« Ce passage, et ceux que j'ai déjà cités, me semblent prouver que le système de Théodore de Mopsueste était à très-peu près le même que celui que Cosmas nous fait connaître.

« On voit encore par ce passage de Jean Philoponus que plusieurs substituaient à la forme d'un demi-cylindre celle d'un œuf coupé par moitié perpendiculairement à son grand axe, ce qui revient encore à peu près au même.

« Il existe dans ce système un autre trait qui est inséparable des idées sur la forme du monde et sur les mouvements des astres, et qui, en conséquence, n'a pu manquer de se trouver aussi dans celui de Diodore de Tarse, de Sévérianus de Gabala et de Théodore de Mopsueste. C'est l'élévation progressive de la terre depuis le midi jusqu'au nord, et de la *grande montagne* derrière laquelle les astres se cachent tous les soirs. Jean Philoponus fait une courte mention de cette opinion singulière : « Quant à ce que prétendent « quelques-uns, dit-il, que le soleil retourne « vers l'orient, en passant le long des ré- « gions boréales, et derrière de très-grandes « montagnes qui le cachent, c'est une an- « cienne opinion absurde et ridicule (233). » Voilà probablement ce qu'en pensaient tous ceux qui avaient quelque teinture des sciences physiques; mais nous avons dit que, parmi les auteurs chrétiens de cette époque, beaucoup y étaient tout à fait étrangers; aussi, bien loin d'avoir rejeté cette opinion comme ridicule, ils l'avaient accueillie dans leurs systèmes comme orthodoxe. L'Anonyme de Ravenne, dans sa *Cosmographie*, écrite à la fin du VII^e^ siècle ou au commencement du VIII^e^, et qui n'est qu'une mauvaise traduction d'un livre grec, admet aussi que la terre est plate : selon lui, le soleil la parcourt dans l'espace de douze heures; à la première, il se trouve au-dessus des Indiens, à la deuxième, au-dessus des Perses, et ainsi de suite jusqu'à la douzième, où il atteint le point du ciel correspondant aux Bretons et aux Scotes (234) : et ce qui prouve, selon l'anonyme, que la terre est plate, c'est que chaque point de la terre voit le soleil pendant douze heures (235). Il existe, dans la partie septentrionale de la terre, des montagnes derrière lesquelles cet astre se cache tous les soirs (236); et si personne n'a jamais vu ces montagnes, ajoute-t-il prudemment, c'est que Dieu n'a pas voulu qu'on les vît (237). Voilà une de ces raisons qui dispensent de toutes les autres. Le *Deus ex machina* était un moyen d'explication qu'on tenait en réserve pour toutes les occasions difficiles. On en faisait usage, par exemple, pour rendre compte de la suspension de la terre dans l'espace. Ceux des chrétiens qui persistaient, comme Jean Philoponus, à croire que l'Ecriture n'était point contraire au système de Ptolémée, expliquaient avec facilité, dans leur sens, les textes de l'Ecriture : *Deus fundavit terram super stabilitatem suam* (238), et surtout : *Deus appendit terram super nihilum* (239). Ils y voyaient la suspension de la terre, telle que l'entendaient Platon, Aristote et Ptolémée, c'est-à-dire l'équilibre et l'immobilité d'une sphère, également sollicitée de toutes parts. Mais ceux-là qui assuraient que la terre est plate comme une table, et qu'elle soutient le poids des cieux, étaient fort embarrassés de savoir ce qui la soutenait elle-même. Ils se tiraient d'embarras en affirmant, d'après les mêmes textes, que si la terre se soutenait toute seule dans l'espace, *c'est que Dieu le voulait ainsi* (240). Solution qui ne laissait

(231) Diod. Tars., *ap. Phot.*, p. 220, l. 12, seq. — Bekk.
(232) J. Philopon., *De creat. mundi*, III, 10, p. 119.
(233) J. Philopon., *De creat. mundi*, III, 10, p. 124, 125.
(234) Anon. Ravenn., I, 2, 3.
(235) Id., I, 4.
(236) Id., I, 9, p. 21, 22.
(237) Id., I, 10, p. 23.
(238) *Psal.* CIII, 5.
(239) *Job*, XXVI, 7.
(240) Auctor *Quæst. et resp. ad orth.*, 130, p. 481, A. — *Nullisque fulcris, sed divina potentia sustentatur.* (Vinc. Bellov., XI, 4, p. 372, C.)

pas le plus petit mot à dire aux adversaires.

« La même théorie que celle de Cosmas est exposée dans un fragment inédit *sur le ciel, la lune, le temps et les jours*, dont il est assez difficile de dire quel est l'auteur. On y voit que le ciel est comme une peau étendue sur l'univers, en forme de voûte, conformément aux paroles de Daniel et d'Isaïe; que la terre a la figure d'un cône ou d'une toupie, en sorte que sa surface va en s'élevant du midi au nord; à la partie septentrionale est la sommité du cône, derrière laquelle le soleil se cache pendant la nuit; (241), ce qui revient assez exactement à la théorie de Cosmas ou de l'anonyme de Ravenne, et des auteurs chrétiens que critique Jean Philoponus.

« On connaît le texte de l'*Ecclésiaste* (242): *Oritur sol et occidit, et ad locum suum revertitur : ibique renascens gyrat per meridiem, et flectitur ad Aquilonem: lustrans universa in circuitu, pergit spiritus et in circulos suos revertitur.* Jean Philoponus (243) nous assure que certains auteurs voyaient, dans ce texte, la preuve que le soleil ne passe pas sous la terre quand il est couché, et s'en servaient pour établir un système tout pareil à celui que Cosmas a exposé dans son ouvrage. Jean Philoponus, après avoir montré que ce texte peut facilement s'expliquer dans le système de Ptolémée, se moque de l'opinion de *certain auteur* qui, prenant à la lettre les paroles de Salomon, se figurait que le soleil, arrivé le soir au terme de sa course, *sort du ciel*, glissant derrière cette voûte solide qui le cachait à nos yeux, et va regagner le levant, où il se retrouve le matin (244). Il est curieux de voir, après tant de siècles, reparaître une des notions favorites de la cosmographie des poëtes grecs. Cette idée, que le soleil *sort du ciel* pour aller rejoindre par derrière le point de son lever, n'est-elle pas identique avec l'ancien mythe, dont les traces se trouvent dans des fragments de Pisandre, de Mimnerme, d'Eschyle, d'Antimaque et de Phérécyde (245), d'après lequel Hélios, sortant du ciel par la porte du levant, parcourait obliquement l'atmosphère, jusqu'à la porte du couchant : là il rentrait dans le ciel, et, s'embarquant avec son char et ses coursiers sur un vaisseau d'or, voguait, pendant la nuit, le long de cette voûte de métal, et revenait à la porte opposée? Mais il y a bien d'autres exemples de cette réapparition des idées primitives et poétiques.

« Jean Philoponus ne nomme point celui qui avait tiré une conséquence si singulière du passage de Salomon. Je crois qu'il avait en vue Sévérianus de Gabala, à moins qu'une pareille idée n'eût passé par la tête de plusieurs, ce qu'assurément je ne voudrais pas nier. Quoi qu'il en soit, il me paraît certain que l'évêque de Gabala expliquait en ce sens le texte de l'*Ecclésiaste* « Cherchons, dit-il, où le soleil se couche, « et où il va pendant la nuit. Selon les « païens, il passe sous la terre; mais, selon « nous, qui disons que le ciel est *fait* « *comme une tente*, où va-t-il?... Eh bien! « figurez-vous que le ciel forme une voûte « au-dessus de nos têtes, que cette voûte « est divisée en quatre régions, de l'Orient, « du Nord, du Midi et de l'Occident. Lorsque « le soleil se couche, il ne passe pas sous la « terre; mais, arrivé aux limites du ciel, il « court au septentrion; là, il est caché à nos « yeux comme par une sorte de mur, la « masse des eaux célestes nous empêchant « d'apercevoir sa course; il longe la région « boréale et va gagner l'Orient. Vous de- « manderez où en est la preuve. Elle est « dans l'*Ecclésiaste* du bienheureux Salo- « mon (246). » Son explication des jours et des nuits est encore plus curieuse : « Nous « savons, mes frères, que le soleil ne s'élève « pas toujours des mêmes endroits du ciel. « A son lever il s'approche ou s'éloigne du « Midi. Approche-t-il du Midi, alors il ne « gagne pas les hauteurs du ciel, il le tra- « verse obliquement, et la durée du jour est « courte. Mais, comme il se couche au point « extrême de l'Occident, il doit parcourir « pendant la nuit tout l'Occident, tout le « Nord et tout l'Orient : la nuit est donc « nécessairement fort longue. Lorsqu'il se « lève au point milieu de l'Orient, il y a « égalité dans la longueur du chemin, le « jour et la nuit sont égaux : s'approchant « toujours du Nord, quand il est arrivé au « point extrême, il s'élève dans le ciel, et le « jour est long; et comme il a pendant la « nuit un petit espace à parcourir, la nuit « est courte. Cette doctrine, ajoute-t-il, ce « ne sont point les Grecs qui nous l'appren- « nent, car ils veulent que le soleil et les « astres passent sous la terre, c'est l'Ecri- « ture, notre divin maître, qui nous instruit « de ces choses, qui éclaire notre esprit. »

« La théorie de Cosmas, qui nous paraît si extravagante, tire encore son origine de la philosophie grecque. Il s'appuie lui-même de l'autorité de Xénophane et d'Ephore. Pour le dernier, nous ignorons si la citation est juste; mais on n'en saurait douter pour Xénophane, et même il pouvait y ajouter Anaximène.

« Xénophane et Anaximène furent aussi embarrassés que l'avaient été Thalès et Anaximandre pour comprendre la suspension de la terre dans l'espace (247). Rejetant le fluide aqueux de l'un et le fluide aériforme de l'autre, ils eurent recours tous deux à des hypothèses non moins étranges, qui nous expriment bien leur perplexité, et en même temps leur complète ignorance dans la physique du monde.

(241) Cod. Bibl. Reg., n° 854, f° 193, r°.
(242) I, 5.
(243) *Creat. mundi*, III, 10, p. 122.
(244) III, 10, p. 126.
(245) Ap. Athen. XI, p. 469, 470.
(246) *De creat. mundi*, ap. Combef., in *Bibl. gr. Patr. Auct.*, p. 236, D; 237, A.
(247) Je préviens que, d'après l'autorité d'Aristote, je mets de côté des textes récents du faux Plutarque, de Diogène de Laerce et de Pline, et que je refuse à ces deux philosophes la connaissance de la sphéricité de la terre.

« Xénophane, ne pouvant concevoir que l'air, quelque pressé qu'on le supposât, pût supporter une masse aussi lourde que la terre, crut se tirer d'embarras en supposant qu'elle avait la forme d'un cône prolongé *à l'infini* dans les profondeurs de l'espace, en sorte qu'elle ne remuait pas, ne pouvant aller nulle part (248). Si le texte formel d'Aristote n'était pas là pour nous garantir la réalité de cette absurde opinion, on ne pourrait croire qu'elle fût entrée dans la tête d'un homme doué de quelque sens. Mais il n'y a pas moyen d'élever ici le moindre doute. Cette hypothèse, pour avoir une apparence plus scientifique que l'*Atlas* des poëtes grecs (249), ou que le grand serpent des mythologues indiens, n'était pas beaucoup plus raisonnable. Quoi qu'il en soit, dans l'hypothèse que la terre est un cône d'une longueur infinie, il est impossible de concevoir (250) que les astres passent au-dessous d'elle dans leur révolution diurne. Xénophane fut donc, de toute nécessité, obligé d'admettre qu'ils tournent obliquement autour de la partie supérieure du cône terrestre, et de cette manière il fut amené par une idée spéculative dont il est l'inventeur (251) à la même théorie qui est admise dans la cosmologie indienne.

« Il n'y a là évidemment aucune influence étrangère. L'idée de prolonger la terre à l'infini sous la forme d'un cône n'appartient qu'à lui ; or, le système sur le mouvement du ciel et des astres en est une conséquence inévitable. C'est donc là une combinaison sortie tout entière d'un cerveau grec. Le mont *Méru* des Indiens, le mont *Abordj* des Parses, n'ont rien à y réclamer : la *symbolique de l'Orient* est encore ici hors de cause. Anaximène, contemporain de Xénophane, et selon quelques-uns son disciple, adopta cette idée sur le mouvement des astres, quoiqu'il n'en eût pas besoin pour son système sur l'immobilité de la terre. Comme lui, il crut que la terre est terminée au nord par des montagnes élevées; que les astres tournent autour d'elle et non pas au-dessous (252). Il comparait le mouvement de la voûte céleste à un *bonnet qu'on ferait tourner autour de la tête;* et, selon lui, s'ils disparaissent journellement à nos yeux, c'est qu'ils vont *se cacher derrière les parties hautes de la terre* (253). C'est là fort exactement le système de Xénophane; c'est également celui de Cosmas. Et ces expressions ne permettent pas de croire qu'elle ait été bornée à l'école de Xénophane et d'Anaximène, qui n'eut ni une grande durée ni une grande étendue. Elle a dû faire partie de la doctrine physique de plusieurs des sectes anciennes. Festus Avienus, poëte érudit, qui a fait passer dans ses vers une multitude de notions et d'idées anciennes prises chez les poëtes et chez les philosophes, parle de cette antique doctrine sur le cours des astres... *non eum (solem) occasu premit, nullos subire gurgites, nunquam occuli, sed obire mundum, obliqua cœli currere....;* et il l'attribue aux épicuriens : *scis nam fuisse ejusmodi sententiam epicureorum* (254).

« C'est le seul témoignage qui nous instruise de ce point particulier de la doctrine des épicuriens. Mais il n'a rien que de vraisemblable d'après les autres points connus de leur physique, qui était le comble de l'absurde ; il suffit de citer pour exemple leur opinion bien avérée (255) sur la grandeur du soleil et de la lune, qu'ils croyaient telle qu'elle nous paraît à la vue; d'où il suit nécessairement qu'ils jugeaient ces deux astres très-voisins de la terre. Plusieurs critiques ont essayé d'interpréter cette opinion des épicuriens dans un sens qui leur fît un peu plus d'honneur; mais les paroles des anciens sont si formelles, qu'il n'y a pas moyen d'admettre aucune de ces interprétations bienveillantes.

« Cosmas et les autres docteurs chrétiens partisans de son opinion ne manquaient pas, comme on voit, d'autorités à l'appui de leur système. Ils pouvaient à l'envi puiser dans toutes ces hypothèses où se perdit l'imagination des Grecs avant de s'élever à l'idée de la sphéricité de la terre. Cette idée fut admise d'abord par les pythagoriciens, et elle naquit dans leur école, moins de l'observation des phénomènes dont ils ne s'occupaient guère, que de leurs vues toutes spéculatives sur la perfection de la figure sphérique. La rondeur de la terre fut bientôt admise dans les écoles de Zénon et de Platon, et elle commença dès lors à se répandre parmi les physiciens. Elle mit enfin un terme à leur longue perplexité sur le maintien de l'équilibre de la terre. Aristote a caractérisé la vanité de toutes leurs hypothèses par cette phrase : « On pourrait s'étonner de ce que « les solutions de cette difficulté n'aient pas « paru à leurs auteurs plus inexplicables « que la difficulté elle-même (256). »

CONCLUSION.

« Telles sont les principales *idées cosmographiques* que les Pères de l'Eglise ont tirées de l'interprétation littérale de la Bible. La terre plate, le ciel formant une voûte solide au-dessus de laquelle est la couche des

(248) Arist., *De cœlo*, II, 13, p. 467. B. — Cf. Achill. Tat., *Isag.*, § 4. — Pseudo-Plut., *Plac. phil.*, III, 11. Je lis πρωτος au lieu de πρωτην dans ce passage.

(249) V. mon Mémoire sur *les idées cosmographiques rattachées au mythe d'Atlas (Bulletin de Férussac. Partie histor.*, mars 1831.)

(250) Strabon le dit en faisant allusion à ce système. (I, p. 13. — Tr. fr., t. I, p. 27, et la note de Gossellin.)

(251) Pseudo-Plut., ubi supra.

(252) Stob., *eclog.* 1, p. 511, ed. Heer. — Pseudo Plut., *Plac. phil.*, II, 15, 2.

(253) Diog. Laert., VIII, 35.

(254) *Or. marit.*, 645, sq. — Ap. *Poet. lat. min.*, t. V, part. II, p. 1283. — Wernsd.

(255) Cic., *Acad.*, II, 26. *Fin.* I, 6 ; ibi Dav. — Cleomed., II, 1, ibique Bake, p. 389.

(256) *De cœlo*, II, 13, p. 467, A.

eaux célestes, voilà les notions fondamentales de la cosmographie biblique, et celles que les saints Pères y ont vues, parce qu'elles y sont réellement. Pour expliquer ces notions si contraires au système alexandrin, ils eurent recours aux hypothèses puériles que l'influence de la poésie grecque avait popularisées, ou que l'abus de la métaphysique et le dédain de l'observation avaient fait naître dans le cerveau des philosophes grecs. Forts de cette autorité, ils durent espérer que les païens ne se révolteraient pas contre des explications qui émanaient des sages de l'antiquité. Ils eurent recours à des emprunts du même genre pour expliquer la position du paradis terrestre, et le tableau des notions qu'ils firent valoir à l'appui de leurs idées à ce sujet est une des parties les plus curieuses, mais certainement une des moins connues de l'histoire des systèmes géographiques.

« Tous ces vieux préjugés, tous ces vains systèmes que les progrès des sciences mathématiques dans l'école d'Alexandrie avaient à peine atteints, reparurent avec bien plus de force à l'abri de l'autorité des saints Pères ; ils firent une nouvelle invasion, et se répandirent partout à la suite du christianisme ; ils régnèrent pendant tout le moyen âge. De là les obstacles que les théologiens de Rome opposèrent aux progrès de la vraie philosophie et des sciences d'observation, en persécutant Galilée, en détruisant l'académie *del Cimento*, en faisant craindre à Descartes de se prononcer pour le mouvement de la terre, et en mettant le savant Tycho dans la nécessité de recourir à un système astronomique infiniment moins raisonnable que celui de Ptolémée. Mais enfin, lorsque les immortelles découvertes de Kepler, de Huyghens et de Newton eurent repoussé de proche en proche dans l'absurde toutes ces idées puériles qu'on avait défendues pied à pied comme orthodoxes, il fallut bien qu'en matière d'astronomie et de physique générale, l'autorité des opinions reculât devant l'évidence des faits.

« De cette lutte opiniâtre d'où la raison humaine est enfin sortie victorieuse, il résulte un enseignement dont il faut profiter : c'est que les préjugés ne cessent de combattre que quand ils ont perdu l'espoir de vaincre ; cet espoir, ils le conservent tant que la vérité qui leur est contraire, bien qu'ayant acquis le caractère de l'évidence aux yeux des savants, n'est pas descendue dans tous les esprits. Mais lorsqu'il est devenu *tout à fait* impossible de s'y opposer sans danger, on finit par reconnaître comme orthodoxe, ou du moins comme indifférent à la foi, ce qu'on avait déclaré hérétique. C'est ce qui est arrivé déjà pour le vrai système du monde (257), que les théologiens du Pape déclarèrent *absurde en philosophie et formellement hérétique en religion*. C'est ce qui arrivera, n'en doutons pas, pour les autres sciences, dès qu'il sera devenu évident que Moïse et les prophètes y sont restés tout aussi étrangers qu'à l'astronomie. »

Nous sommes convaincu, avec l'auteur de cet article, d'après les mille opinions, les mille systèmes qui ont été imaginés sur le premier chapitre de la *Genèse* depuis les premiers siècles de l'Eglise jusqu'à nos jours, nous sommes, dis-je, bien convaincu que Moïse n'est ni un cosmogoniste ni un géologue, et qu'en voulant lui donner cette apparence scientifique, on lui ôte jusqu'à l'ombre du sens commun. Mais si le récit de Moïse est véritablement inexplicable lorsqu'on part du point de vue de la science, il devient clair et facile quand on ne veut y voir que ce qui y est réellement, l'expression d'idées élémentaires présentées simplement, comme il convenait, à un peuple dans l'enfance de la civilisation.

Nous ne venons donc pas présenter un système de prétendue conciliation de la science avec la *Genèse*, comme réfutation de l'article qu'on vient de lire, car ce système n'existe pas. Il y a, à cet égard, complète anarchie parmi les savants et les théologiens de toutes les époques. Chacun se décide pour telle ou telle hypothèse, suivant sa fantaisie et le point de vue individuel où les circonstances l'ont placé, celui-ci avec hésitation et doute, celui-là avec une sorte de passion, rejetant avec colère toute théorie qui vient croiser des idées préconçues qu'on professe avec une sorte de fanatisme. Quelle hypothèse embrasserions-nous au milieu de cette multitude de systèmes qui s'anathématisent les uns les autres et se renvoient les qualificatifs de faux, d'absurde, d'hérétique (258)? Est-il aujourd'hui deux cosmogonistes de bonne foi qui puissent se regarder sans rire?

Nous n'avons donc point, encore une fois, à démontrer à M. Letronne l'accord d'une science, qui est aujourd'hui ceci et qui demain sera autre chose, avec le récit de la création. Le système que nous adopterions, fût-il le vrai, serait sans autorité et sans valeur, car il serait impossible d'en vérifier l'exactitude, aussi bien du côté de la science incertaine et mobile que du côté du texte sacré dont le sens n'a jamais été fixé définitivement.

Mais tout en faisant bon marché de ces innombrables hypothèses cosmogonico-bibliques, qui ne sont guère que les rêves d'une imagination échauffée, nous devons repousser des attaques déloyales, des accusations sans fondement, que M. Letronne s'est permises contre l'Eglise et contre les Pères, au point de vue de la science dans ses rapports avec le récit génésiaque.

Dès les premiers âges du christianisme, la cosmogonie biblique devint le texte de

(257) Cependant l'auteur de l'*Herméneutique sacrée*, M. Janssens, a été vertement tancé en l'an de grâce 1820, par un de ses confrères en théologie, pour avoir admis le mouvement de la terre. (Amand. a Sancta-Cruce, *Animadv. in Hermen. sacram.* Mos., 1820.)

(258) *Voy.* M. Godefroy, *La cosmogonie de la révélation*. p. 275.

nombreuses explications, de pieux et savants commentaires, et plusieurs d'entre les Pères de l'Eglise se sont plu à paraphraser les quelques versets dans lesquels l'historien sacré raconte les six jours de la création. Mais l'imperfection de l'astronomie chez les anciens, et leur défaut absolu de connaissances géologiques, devaient nécessairement avoir provoqué, de la part des premiers interprètes du livre divin, de nombreuses erreurs scientifiques. Si les opinions des saints Pères, en matière théologique, sont d'un si grand poids dans l'Eglise, parce que les premiers ils ont recueilli les enseignements apostoliques, parce qu'ils joignaient à d'héroïques vertus un éminent savoir, parce qu'enfin ils sont nos pères dans la foi, toujours est-il que jamais on n'a prétendu attribuer une autorité semblable à leurs opinions scientifiques. Ces vastes génies, de qui l'on peut dire hardiment qu'ils n'étaient étrangers à aucune des connaissances de leur époque, devaient cependant, comme tout ce que l'antiquité a produit de plus illustre, subir quelques-uns des préjugés de leur temps. Les saints docteurs, partout où ils n'étaient pas guidés par le flambeau de la foi, ont dû payer tribut à l'humanité; plus d'une fois ils ont dû céder, à leur insu, aux erreurs populaires qui dominaient autour d'eux les esprits les plus éclairés; et l'on ne doit point être surpris de les voir se perdre en de vaines conjectures, en des systèmes inadmissibles, lorsqu'il s'agissait d'expliquer par le moyen des sciences naturelles le solennel et mystérieux récit de la *Genèse*.

Formés presque tous dans les écoles philosophiques de la Grèce, il est tout simple qu'ils aient tenté d'appliquer à la cosmogonie sacrée les hypothèses imaginées par les anciens philosophes et généralement admises sur la foi de leurs noms. Convaincus de la vérité du récit de Moïse, mais dénués en même temps des connaissances positives au moyen desquelles ils eussent pu en pénétrer la profondeur, ils ont tenté d'interpréter le sens à l'aide des données admises par la science de leur époque; et l'on doit avouer que, si parfois ils se sont élevés à de magnifiques et sublimes aperçus, plus d'une fois aussi leurs interprétations ont été plus ingénieuses que solides. Mais qu'en conclure? La foi les obligeait à confesser l'inspiration des livres saints, et par conséquent la vérité de tout ce qu'ils renferment; la foi les obligeait à se soumettre d'esprit et de cœur aux interprétations canoniques de l'Eglise, dont ils étaient eux-mêmes les soutiens et la lumière; mais l'Eglise, alors comme toujours, n'exerçait qu'avec une judicieuse réserve ce droit sacré d'interprétation; elle ne signalait l'erreur que lorsque celle-ci était de nature à porter atteinte à la pureté de la doctrine religieuse ou de la morale. Lorsqu'il ne s'agissait que d'explications purement scientifiques, elle se taisait et n'intervenait point dans la querelle : *Tradidit mundum disputationi eorum.* Lors donc que dans ce silence de l'Eglise les saints docteurs paraphrasaient les six jours de la création, et bâtissaient sur les expressions du texte sacré des systèmes cosmogoniques vraisemblables alors, mais que la science d'aujourd'hui réprouve, ils faisaient ce qu'ont pu faire les savants de toutes les époques : ils parlaient la langue de la science et non point celle de la théologie.

Cependant, dans ces derniers temps surtout, la cosmogonie des Pères de l'Eglise a servi de point de mire aux plus acharnés adversaires de la Bible, qui n'ont point vu ou qui n'ont point voulu voir tout ce qu'il y avait de vicieux et de faux, je pourrais dire de déloyal, dans cette manière de combattre. Le plus simple bon sens indique que Moïse ne saurait être responsable des erreurs de ses commentateurs, et qu'il ne peut y avoir aucune espèce de solidarité entre la cosmogonie de la *Genèse* et celle des saints Pères. L'Eglise non plus ne saurait être accusée d'erreurs qui lui sont évidemment étrangères. Pour qu'une telle responsabilité pesât sur elle, il faudrait qu'elle eût adopté comme siennes ces opinions isolées, en les couvrant du manteau sacré de son autorité, en les élevant à la dignité de dogmes; et voilà ce qu'elle n'a jamais fait, ce qu'elle n'a jamais songé à faire, mais voilà aussi ce qu'ignorent ou ce qu'affectent d'ignorer les ennemis du christianisme.

Ces opinions fondées sur la Bible avaient tellement d'empire, dit M. Letronne, *qu'elles étaient mises au rang des dogmes, et qu'on ne pouvait les contredire sans tomber à l'instant sous la redoutable censure des théologiens, qui avaient toujours au service de leur opinion, bonne ou mauvaise, trois arguments irrésistibles : la persécution, la prison et le bûcher.*

A cette assertion voltairienne, il n'y a qu'un mot à répondre : *Ces opinions fondées sur la Bible n'ont jamais été mises au rang des dogmes.* Les dogmes de l'Eglise catholique sont contenus dans les symboles qu'elle propose à notre foi, dans les décisions des conciles œcuméniques, et aussi, comme nous le croyons, dans les solennelles déclarations que, du haut de la chaire pontificale, le successeur de Pierre adresse à l'Eglise universelle. Hors de là, nous voyons des opinions plus ou moins respectables, mais point de dogmes. Qu'on nous montre donc dans quel symbole ces opinions sont proposées à notre foi. Qu'on nous dise quel concile a imposé l'obligation d'y adhérer, sous peine d'hérésie. Quel Souverain Pontife a prétendu les élever au rang des vérités catholiques? Jusque-là nous aurons le droit de répondre à une assertion gratuite et sans preuve par une simple dénégation; jusque-là nous aurons le droit de vous dire, ou que vous ignorez la valeur des mots que vous employez, et que vous faites preuve d'ignorance, ou que vous calomniez sciemment l'Eglise de Jésus-Christ.

Mais, dit-on, les opinions cosmogoniques des Pères de l'Eglise ont été généralement admises pendant une longue suite de siècles, sans qu'aucune réclamation se soit élevée

contre les erreurs qu'elles contiennent. Le fait est exact, mais que prouve-t-il? Que ces opinions ont été mises au rang des dogmes? Nullement; mais que, pendant une longue suite de siècles, la science n'avait pas fait mieux.

On sait que les progrès des sciences mathématiques et naturelles ont été presque insensibles pendant le cours du moyen âge. L'esprit scientifique, qui était loin alors d'être stationnaire, avait pris une autre direction; on étudiait plus dans les écrits des anciens que dans le livre de la nature. Il était donc tout simple qu'on s'en tînt sur ces matières aux systèmes précédemment admis, et qui étaient encore la dernière expression de la science. Mais que l'autorité des saints Pères ait été un obstacle aux progrès de l'esprit scientifique pendant cette période du moyen âge, voilà ce qui est manifestement faux, voilà ce qui dénote, dans les hommes qui profèrent de telles accusations, ou une bien profonde ignorance, ou une bien aveugle prévention. Le moyen âge était en général une époque de foi; mais, comme tous les siècles, il a produit des esprits indociles et sceptiques, qui ne se sont pas fait faute de déverser l'injure et le blâme sur la doctrine catholique. Les Albigeois, on en conviendra, avaient peu de respect pour les enseignements de l'Église. Quel est cependant celui d'entre ces hérétiques ou ces esprits forts qui ait signalé l'asservissement de l'esprit, chez les catholiques, à des opinions erronées en matière de science? Et si aucun d'entre eux ne s'est attaché à réfuter les systèmes cosmogoniques des saints Pères, c'est que d'abord ces systèmes, étrangers au dogme, étaient en dehors de la discussion religieuse; c'est qu'ensuite, en fait d'astronomie et de physique, leurs connaissances ne dépassaient pas, si elles égalaient, celles de leurs adversaires. Ils étaient donc hors d'état d'opposer à leurs opinions, si erronées qu'elles fussent, des opinions plus exactes.

Cependant l'esprit d'observation, qui s'était peu à peu introduit dans les études, avait fait faire aux sciences, à l'astronomie surtout, d'admirables découvertes. On venait d'entrevoir la rotation de la terre; et cette idée, dont la géométrie a démontré depuis l'exactitude jusqu'à l'évidence, soulevait alors une formidable opposition, non point de la part de l'Église, mais bien de la part des astronomes. Cela est si vrai, que le cardinal Cuza enseignait le mouvement du globe terrestre; que Copernic dédiait au Pape Paul III son livre *De orbium cœlestium revolutionibus*, sans encourir l'anathème et la persécution. Et si un tribunal religieux, qui n'était point l'Église universelle, et qui pouvait bien, en fait de sciences naturelles, n'être pas plus avancé que les savants de l'époque, condamnait un siècle plus tard, Galilée à six mois de détention dans le délicieux palais de la Trinité du Mont (259), c'était bien moins pour avoir enseigné la rotation de la terre que pour avoir voulu faire de cette découverte un dogme théologique, un dogme religieux. D'ailleurs devrions-nous être surpris, en voyant quelques théologiens timides jeter un cri d'alarme à l'apparition d'une doctrine scientifique qui, violant toutes les idées reçues, faisait entrer la science dans une voie nouvelle, et paraissait, au premier aspect, porter atteinte, sinon à la vérité des livres saints, du moins au sens que jusqu'alors on avait généralement attribué à quelques-unes de leurs expressions. Cette crainte, cette réserve excessives peut-être ne trouvent-elles par leur explication, et à la fois leur justification, dans les opinions des savants mêmes de cette époque? Mais il y a loin, en tous cas, de cette *quarantaine*, imposée par la théologie à une nouveauté scientifique, qu'on nous passe cette manière de dire, à la consécration dogmatique de l'opinion contraire. Mettre en garde contre les dangers possibles d'une doctrine incomplète encore, et qui n'a point reçu jusque-là la sanction du temps et de la science, n'est point, on en conviendra, proclamer la fausseté de cette doctrine; ce n'est que provoquer sur son compte un plus sérieux examen. Et d'ailleurs, encore un coup, l'Église est restée étrangère à tous ces enseignements, à toutes ces condamnations; et le système de Ptolémée, pas plus que celui de Copernic, n'a trouvé place dans aucun de ses symboles ou de ses catéchismes.

L'Église n'a empêché ni l'astronomie, ni aucune autre branche des connaissances humaines, de poursuivre sa carrière et ses progrès. Sûre de posséder la vérité, elle n'a jamais redouté la constatation régulière d'un fait scientifique; car les vérités qui nous apparaissent, à quelque ordre qu'elles appartiennent, loin de se combattre et de se nuire, ne peuvent que s'étayer et se prêter un mutuel appui. Il est donc de l'intérêt du catholicisme qui, du reste, l'a toujours compris, non point d'entraver les progrès des sciences, mais de provoquer leur développement. Ses docteurs les plus illustres ont toujours marché, sous ce rapport même, à la tête de leur siècle. Les Augustin, les Jérôme, les Basile, les Tertullien, les Origène, ont été incontestablement les plus savants hommes de leur époque, et, dès les premiers âges de l'Église, à Rome comme à Athènes, à Carthage comme à Alexandrie, l'éclat des écoles païennes pâlissait devant les lumières resplendissantes des chaires chrétiennes.

Le moyen âge si longtemps jugé avec prévention et outrageusement calomnié, mais aujourd'hui glorieusement réhabilité par les consciencieux travaux dont il a été l'objet, le moyen âge a dû au clergé tout son éclat

(259) Voilà l'exemple le plus souvent cité de cette affreuse persécution exercée par l'Église contre les savants. On ne pouvait parler avec assez d'indignation de ce cachot obscur dans lequel l'illustre astronome avait été plongé tout vivant. Il faut en convenir, la bonne foi de ces messieurs est admirable.

scientifique. Qui jamais a poussé plus loin l'amour de la science, qu'un Albert le Grand, un saint Thomas d'Aquin, un saint Bonaventure, un Roger Bacon? Et si l'élan que de tels génies avaient imprimé aux travaux intellectuels s'est ralenti dans les siècles suivants, certes, il y aurait une bien criante injustice à l'attribuer à ce même clergé, qui avait donné à l'esprit humain la plus puissante impulsion qu'il eût peut-être jamais reçue.

L'Eglise, depuis lors, n'a cessé de compter plusieurs de ses membres parmi ceux qui ont cultivé et fait progresser chaque genre d'études et de connaissances. Tous ils en ont hâté le développement de leurs vœux et de leurs travaux, loin de vouloir y apporter, comme on ose le prétendre, de religieuses entraves; car, plus leur foi était vive, sincère, éclairée, plus ils étaient convaincus que la vraie foi et la vraie science peuvent se contempler face à face, sans avoir rien à redouter l'une de l'autre. La demi-science, les théories incomplètes, les systèmes élevés à la hâte et sans base certaine, voilà les véritables ennemis de la foi catholique. Le XVIII^e^ siècle est là pour appuyer ce que nous avançons (260).

Mais il nous tarde d'opposer à une critique sans discernement ou sans bonne foi les appréciations graves et la voix pleine de dignité d'un savant qui a approfondi la question traitée par M. Letronne avec une légèreté qui fait peu d'honneur à son caractère. Voici comment l'illustre cardinal Wiseman s'exprime à la fin de son *Septième discours sur les rapports entre la science et la religion révélée* :

« Après ce que j'ai dit, il pourrait paraître superflu de conclure que la religion chrétienne n'a aucun intérêt à comprimer l'étude des sciences et de la littérature; qu'elle n'a aucun motif d'en craindre la diffusion, tant qu'elles seront accompagnées de l'attention due aux principes de la morale et à la pureté de la foi. Car si l'expérience du passé nous assure que les progrès des sciences tendent constamment à augmenter le nombre des preuves du christianisme et à répandre un nouvel éclat sur celles que nous possédons déjà, c'est notre intérêt, c'est notre devoir d'encourager ces perpétuels et salutaires progrès. Toutefois, depuis les premiers jours de l'Eglise, il s'est rencontré des hommes qui ont professé une opinion contraire; et on peut les diviser en deux classes, d'après les motifs qui ont suscité leur opposition à la science humaine.

« La première comprend ces chrétiens bien intentionnés qui, dans tous les siècles, se sont imaginé que les sciences et la littérature étaient incompatibles avec l'application à des études plus saintes; qu'elles détournaient l'esprit de la contemplation des choses célestes; que c'était un alliage nuisible à cette pureté de pensée qu'un chrétien doit s'efforcer toujours de conserver; que de pareilles études sont clairement condamnées dans l'Ecriture partout où la sagesse de ce monde est réprouvée. Cette classe de chrétiens timides dirigea d'abord son opposition contre cette philosophie que tant de Pères, spécialement de l'école d'Alexandrie, essayèrent d'unir et de concilier avec la théologie chrétienne; mais ils furent vigoureusement attaqués et réfutés par Clément d'Alexandrie, qui consacra plusieurs chapitres de ses *Stromates* à la justification de ses études favorites. Il observe avec beaucoup de justesse *qu'une science riche et variée recommande celui qui enseigne les dogmes élevés de notre foi, lui donne crédit auprès de ses auditeurs, inspire l'admiration à ses disciples et les attire à la vérité* (261). C'est aussi ce qu'avait dit Cicéron : *Magna est enim vis, ad persuadendum, scientiæ* (262). Clément appuie ensuite ses arguments d'une foule de citations de la sainte Ecriture et des auteurs profanes. Je vous lirai un passage remarquable :

« *Quelques personnes ayant une haute opinion de leurs bonnes dispositions, ne veulent pas s'appliquer à la philosophie ou aux études dialectiques, ni même à la philosophie naturelle; elles ne veulent que la foi nue et sans ornement; en cela elles sont aussi raisonnables que si elles espéraient recueillir des raisins sur une vigne qu'elles auraient laissée sans culture. Notre-Seigneur est appelé allégoriquement une vigne, dont nous recueillons les fruits par une culture assidue, suivant la parole du Verbe éternel. Nous devons tailler, bêcher, attacher, et faire tous les autres travaux nécessaires; et, comme en agriculture et en médecine celui-là passe pour le plus expert qui a étudié un plus grand nombre de sciences utiles à ces deux arts, nous aussi, nous devons regarder comme le plus propre à notre art sublime celui qui fait aboutir toutes choses à la vérité, et tire de la géométrie, de la musique, de la grammaire et de la philosophie elle-même, tout ce qu'elles contiennent d'utile à la défense de la foi. Mais celui qui ne s'est pas instruit avec soin sera certainement méprisé* (263).

« Ces paroles, je dois l'avouer, ne sont pas pour moi un médiocre encouragement. Car si, au lieu de la géométrie et de la musique, nous mettons la géologie, l'ethnographie et l'histoire, nous pourrons considérer ce passage comme une confirmation formelle de la méthode que nous avons suivie dans ces discours, et une approbation des principes qui nous ont guidés.

« Tant que cette opposition continua dans l'Eglise, elle fut énergiquement combattue par des pasteurs zélés et éloquents, comme très-préjudiciable à la cause de la vérité. Le grand saint Basile paraît surtout avoir été, de son temps, un des plus ardents défenseurs des études profanes : il recommande fortement d'étudier la belle littérature, à cet âge où,

(260) *Voy.* M. Ernest de Breda, *Introd. à la cosmogonie de la Révélation.*

(261) *Stromata*, lib. I, cap. 2, t. I, p. 327, edit. Potter.

(262) *Topica*, Oper., t. I, p. 173, ed. Lond., 1784.

(263) *Topica*, Oper., t. I, c. 9, p. 342.

selon lui, l'esprit est trop faible pour supporter la nourriture plus solide de la parole inspirée : il dit expressément que, par la lecture des écrivains tels qu'Homère, une jeune âme se forme aux sentiments vertueux, pourvu toutefois qu'on ait soin d'en faire disparaître tout ce qui pourrait corrompre l'innocence du cœur. (*Basilii opera*, t. I, hom. 24.)

« Saint Grégoire de Nysse le loue beaucoup d'avoir fait servir ces principes à la cause de la religion, et de les avoir appuyés de sa vaste érudition. *Plusieurs*, dit-il, *font hommage à l'Eglise de leurs connaissances profanes ; tel a été, entre autres, l'illustre Basile, qui, s'étant, dans sa jeunesse, emparé des dépouilles de l'Egypte, les consacra à Dieu, et orna avec ces richesses le tabernacle de l'Eglise* (264).

« Mais l'illustre ami de saint Basile, saint Grégoire de Nazianze, a encore mieux approfondi cette question. Ils avaient été condisciples à Athènes ; et tous deux animés du même esprit religieux, ils s'y étaient livrés à l'étude avec de brillants succès ; ils considéraient *la vérité, partout où elle se trouve, comme la propriété de l'Eglise du Christ* : ce sont les expressions de saint Augustin. Leur condisciple Julien comprenait parfaitement le prix qu'ils attachaient, comme les autres saints Pères de leur temps, aux sciences humaines, et le puissant avantage qu'ils en retiraient pour combattre l'idolâtrie et l'erreur ; aussi, après son apostasie, publia-t-il un décret pour défendre aux chrétiens de suivre les écoles publiques et d'étudier les sciences. Or ce décret fut considéré comme une persécution des plus cruelles. Voici un passage tiré de l'oraison funèbre que saint Grégoire prononça en l'honneur de son ami ; il suffira pour vous montrer son opinion à cet égard :

« *Tout homme d'un esprit sain conviendra, je pense, que la science doit être regardée comme le premier des biens terrestres. Je ne parle pas seulement de cette noble science qui est notre part à nous, et qui, méprisant tout ornement extérieur, s'occupe exclusivement de l'œuvre du salut et de la beauté des idées intellectuelles ; mais encore de cette science humaine que des chrétiens peu éclairés rejettent comme perverse, dangereuse et détournant l'âme de Dieu.* Il observe ensuite que l'abus que les païens ont fait de cette science n'est pas une raison pour la rejeter, pas plus que la substitution sacrilége qu'ils font des éléments matériels à la Divinité ne doit nous détourner de leur légitime usage ; puis il ajoute : *Il ne faut donc pas réprouver l'érudition, parce qu'il a plu à quelques hommes de penser ainsi ; il faut, au contraire, regarder comme des insensés et des ignorants les hommes qui raisonnent de la sorte ; qui voudraient que tout le monde fût comme eux, afin qu'ils pussent se cacher dans la foule, et que personne ne pût découvrir leur manque d'éducation* (265).

« Les termes ici employés sont vraiment sévères ; mais ils servent à montrer de la manière la plus énergique quels étaient les sentiments de ce saint et savant évêque sur l'utilité de la science humaine et de la littérature. Tournant ensuite nos regards vers les grandes lumières de l'Eglise d'Occident, nous y voyons la conduite de ceux qui se prononçaient contre la science profane réprouvée avec non moins de sévérité. Saint Jérôme, par exemple, s'exprime même avec dureté sur le compte de ceux qui, comme il le dit, *prennent l'ignorance pour de la sainteté, et se vantent d'être les disciples de pauvres pêcheurs* (266). Dans une autre occasion, il explique l'Écriture en se servant de plusieurs renseignements empruntés à la philosophie païenne, puis il conclut en ces termes : *Hæc autem de Scriptura pauca posuimus, ut congruere nostra cum philosophis doceremus* (267) : paroles qui indiquent clairement qu'il regardait comme un travail intéressant et non indigne d'un bon chrétien, d'étudier les rapports qui existent entre les vérités révélées et la science humaine, et de s'assurer si elles ne peuvent pas être mises en parfaite harmonie.

« Son savant ami, saint Augustin, pensait évidemment de même ; car, en énumérant les qualités nécessaires à un théologien accompli, il y fait entrer la science mondaine, comme une chose d'une grande importance. Voici comment il s'exprime : *Si ceux qu'on appelle philosophes ont enseigné quelques vérités qui soient conformes à notre foi, loin de les redouter, nous devons les approprier à notre usage, comme un bien qu'ils possèdent injustement.* Ensuite il fait observer que les vérités qui se trouvent éparses dans leurs écrits sont comme un pur métal au sein des éléments grossiers qui le recèlent dans la mine. *Le chrétien doit s'en emparer dans le but légitime de prêcher l'Evangile* (268). *Tant de chrétiens, parmi les plus fidèles d'entre nous*, continue-t-il, *en ont-ils agi autrement ? De quelle quantité d'or, d'argent et d'ornements précieux n'avons-nous pas vu Cyprien, ce docteur si exquis, ce martyr si vénérable, revenir chargé, de l'Egypte ? N'en est-il pas de même de Lactance, de Victorin, d'Optat, d'Hilaire et d'un nombre infini de Grecs* (269) ?

« Il n'est pas difficile de concilier avec ces passages plusieurs endroits de leurs écrits, où les Pères semblent réprouver la science humaine : comme quand saint Augustin lui-même, dans une de ses lettres, parlant de l'éducation qu'il donnait à Possidius, dit que les études vulgairement appelées libérales ne sont pas dignes de ce nom alors honorable, qui appartient en propre aux études fon-

(264) *De vita Mosis*, S. Greg. Nyss. Opera · Paris, 1638, t. I, p. 209.

(265) Sancti Greg. Naz. *Funebris Oratio in laudem Basilii Magni ; Oper.*, Par., 1609.

(266) *Responsum habeant non adeo me hebetis fuisse cordis, et tam crassæ rusticitatis, quam illi solam pro sanctitate habent, piscatorum se discipulos asserentes, quasi idcirco sancti sint, si nihil sciant.* Ep. 15, *ad Marcellam ; Oper.*, t. II, par. II, p. 62, edit. Martianay.

(267) *Adversus Jovinianum*, lib. II ; *ibid.*, p. 200.

(268) *Debet ab eis auferre christianus, ad usum justum prædicandi Evangelium.*

(269) *De doctr. christ.*, lib. II, cap. 11. *Oper.*, t. III, par. I, p. 42, ed. Maur.

dées sur la vraie liberté que Jésus-Christ nous a acquise; ou lorsque saint Ambroise, pour citer ce passage entre mille, dit à Démétrias que *ceux qui savent quelles souffrances leur salut a coûté, et à quel prix ils ont été rachetés, ne désirent pas être des sages de ce monde* (270). Car il est évident qu'en ces occasions ils parlent de la science vaine, futile et présomptueuse d'arrogants sophistes et de rhéteurs subtils; de cette science qui, dépourvue du sel de la grâce et d'esprit religieux est insipide, fade et bonne à rien. Et comment, en effet, pourrions-nous un instant penser autrement, quand nous parcourons leurs glorieux ouvrages, que nous contemplons les trésors de science antique qui y sont accumulés, que nous apercevons dans chaque alinéa des traces de la profonde connaissance qu'ils avaient de la philosophie païenne, et que nous voyons dans chaque phrase combien leur étaient familiers les plus purs modèles de style? Qui pourrait douter, ou qui oserait regretter que Tertullien, Justin, Arnobe et Origène, aient eu entre les mains toutes les armes que pouvait fournir la science païenne pour combattre en faveur de la vérité? Qui pourrait désirer que saint Basile, saint Jérôme, saint Grégoire et saint Augustin eussent été moins versés qu'ils ne l'étaient dans toute la belle littérature des anciens? Bien plus, dans la lettre même dont j'ai fait mention, saint Augustin, si je me le rappelle bien, parle sans regret, et même avec satisfaction, des livres de musique qu'un ami lui avait exprimé le désir de se procurer.

« Le temps n'a pas apporté plus de changement aux sentiments de l'Eglise primitive sur ce point que sur tout autre. Mabillon a démontré de la manière la plus irréfragable que, même parmi les hommes qui avaient embrassé la vie monastique, l'étude des sciences avait été dès le commencement encouragée et mise en vigueur (271). Bacon parle avec de grands éloges du zèle que l'Eglise catholique a toujours fait paraître pour la science. *Dieu*, dit-il, *a envoyé sa divine vérité dans le monde, accompagnée de toutes les autres branches de la science, qui lui servent comme d'escorte et de servantes. Nous voyons que plusieurs des anciens évêques et des Pères de l'Eglise étaient profondément versés dans les sciences des païens, à tel point que l'édit de l'empereur Julien, qui interdisait aux chrétiens les écoles et les exercices littéraires, parut un instrument plus funeste pour la foi que les persécutions sanguinaires de ses prédécesseurs. Ce fut en effet l'Eglise chrétienne qui, au milieu des invasions des Scythes venus du nord-ouest, et des Sarrasins venus de l'Orient, conserva dans son sein les restes de la science même profane, qui sans cela eussent entièrement péri. Dans ces derniers temps encore, les Jésuites ont puissamment ravivé et fortifié l'étude des sciences, et contribué à consolider le siége de Rome. Il y a donc*, conclut-il, *deux services importants que la philosophie et la science humaine procurent à la religion, indépendamment de l'éclat et des lumières qu'elles y répandent. L'un consiste en ce qu'elles contribuent efficacement à l'exaltation de la gloire de Dieu; l'autre, qu'elles fournissent un préservatif tout particulier contre l'incrédulité et l'erreur* (272).

« Entre les deux extrêmes indiqués par Bacon, je veux dire les anciens Pères de l'Eglise et la société de Jésus, il existe un long intervalle, durant lequel, en dépit du préjugé ordinaire, il n'est pas permis de penser que l'esprit vivifiant de l'Eglise n'ait rien fait en faveur des sciences profanes. *Je ferai observer*, dit un savant et agréable auteur, *que, pour un catholique, non-seulement l'histoire philosophique, mais aussi l'histoire littéraire du monde s'est prodigieusement élargie : les objets changent de position relative, et beaucoup de ceux qui étaient autrefois relégués dans une profonde obscurité, sont maintenant environnés de l'éclat d'une lumière resplendissante. Tandis que les écrivains modernes ne cessent de nous entretenir, siècle par siècle, des Césars et des philosophes, et d'exercer leur génie à tracer des parallèles entre leurs contemporains; le catholique découvre entre la civilisation païenne et l'état actuel de la société l'existence d'un monde entier, illustré par tous les genres de grandeur intellectuelle et morale. Les noms qui se trouvent sur ses lèvres ne sont plus ceux de Cicéron et d'Horace, mais ceux de saint Augustin, de saint Bernard, d'Alcuin, de saint Thomas et de saint Anselme; les lieux que, dans son esprit, il associe aux époques paisibles et glorieuses de la science ne sont plus le lycée ou l'académie, mais Cîteaux, Cluny, Crowland et l'Oxford du moyen âge* (273).

« Je me contenterai de vous renvoyer à cette page riche et brillante, pour vous convaincre que les études classiques et philosophiques furent cultivées avec zèle et habileté dans la solitude du cloître par « les moines pen-« seurs, dont toute l'attention était de plaire « à Dieu, pour le doux amour du Christ, et « qui, mus par des sympathies humaines, « sortirent du sein de l'Eglise. » (*Yarrow revisited*; 2e éd., p. 254.) Mais je ne puis m'empêcher de vous faire connaître l'opinion d'un homme qui a été un des brillants ornements de ces siècles calomniés. Parmi les excellents sermons de saint Bernard sur le *Cantique des cantiques*, il en est un qui a pour sujet que *la connaissance de la science humaine est bonne*. Voici de quelle manière ce Père éloquent s'y exprime : *Peut-être vous paraîtrai-je trop déprécier la science, condamner presque les savants, et proscrire l'étude des lettres. A Dieu ne plaise! Je n'ignore pas combien les savants ont rendu et rendent encore de services à l'Eglise, soit en réfutant ceux qui lui sont oppo-*

(270) *Epistolar.*, lib. IV, ep. 33, *Oper.*, t. V, p. 264, ed. Par., 1632.

(271) *Traité des études monastiques*, part. I, c. 15, p. 112; Paris, 1691.

(272) *De augmentis scientiarum*; Œuvres de Bacon, Lond., 1818, vol. VI, p. 63.

(273) *Mores catholici*, ou *Ages de foi*, l. III; Lond., 1833, p. 277.

sés, soit en instruisant les ignorants. Et j'ai lu : Parce que vous avez rejeté la science, je vous rejetterai, afin que vous ne rempliss iez point l'office de prêtre dans mon temple (274).

« Tels ont donc été les sentiments et la conduite de l'Eglise catholique, par rapport à l'usage que l'on peut faire de la science profane pour la défense et l'explication de la vérité: et la meilleure réponse peut-être qu'on puisse adresser à ces chrétiens inconsidérés qui prétendent que la religion n'a pas besoin de ces secours étrangers et empruntés, est celle du docteur South : *Si Dieu n'a pas besoin de notre science, il doit encore moins avoir besoin de notre ignorance.*

« La seconde classe d'écrivains qui soutiennent que la religion n'est pas intéressée aux progrès de la science est mue par des motifs bien différents. Cette classe comprend les ennemis de la révélation, contre lesquels ces *Discours* ont été principalement dirigés, et qui prétendent que l'avancement de la science tend à renverser, ou du moins à infirmer, les preuves de la religion révélée. J'ai eu tant de fois l'occasion de réfuter formellement ces hommes, que je ne m'arrêterai pas à faire ressortir davantage la folie de leurs assertions. Je ferai seulement observer que ce reproche sans fondement n'est pas une invention des adversaires modernes du christianisme, qu'il est au contraire la plus vieille accusation qui ait été portée contre lui. Car Celse, un des plus anciens ennemis de la vérité chrétienne dont les objections nous soient parvenues, nous reprochait principalement cette hostilité pour la science, dans la crainte qu'elle ne fût nuisible à notre cause. Mais il rencontra un habile et victorieux adversaire dans le savant Origène, qui repousse cette calomnie d'une manière triomphante et en tire une conclusion que je ne j eux manquer de citer : *S'il est démontré que la religion chrétienne invite et encourage les hommes à l'étude des sciences, ceux-là méritent de recevoir une réprimande sévère, qui cherchent à excuser leur propre ignorance en tenant un langage capable de détourner les autres de s'appliquer à l'étude* (275). Cette remarque est à la fois une preuve de la confiance où était Origène que le christianisme ne pouvait recevoir aucune atteinte de l'encouragement donné aux sciences, et une juste condamnation de cette classe d'amis timides qui s'alarment de leurs progrès.

« Plus d'une fois j'ai eu l'occasion de venger l'Italie, et spécialement Rome, d'injustes calomnies sur ce point; j'ai prouvé que cette ville a été la première à encourager et à aider, sans jalousie comme sans alarmes, la science et la littérature, qui devaient avoir pour résultat de constater, de la manière la plus complète, la solidité des fondements de la religion. Il n'y a peut-être pas de pays où les plus hautes branches de l'éducation soient livrées avec aussi peu de restriction à l'accès de tous les rangs de la société, où l'étude des sciences physiques soit plus libre, et où la littérature orientale et la critique aient été plus favorisées. Cette cité possède trois établissements en forme d'universités, où toutes les branches de la littérature et de la science sont simultanément cultivées, sous la direction d'habiles professeurs; et il y a dans la grande université une chaire d'un caractère tout à fait unique, où les découvertes de la physique moderne sont appliquées à la défense des saintes Écritures (la chaire de physique sacrée). Pour ma part, je serais injuste si je laissais échapper l'occasion de déclarer qu'en toute circonstance, mais surtout par rapport au sujet de ces discours, j'ai reçu l'encouragement le plus bienveillant de ceux dont tout catholique regardera l'approbation comme sa meilleure récompense sur la terre (276).

« De tout ce que j'ai dit et espéré avoir prouvé jusqu'ici, on peut assurément déduire plusieurs conséquences pratiques. D'abord qu'il me soit permis de m'adresser, avec toute la déférence convenable, à ceux qui partagent les devoirs et les dangers de la charge dont je suis revêtu; et, sans avoir la présomption de les instruire ou de leur donner des avis, je les conjurerai, comme un frère ou un ami, de ne laisser échapper aucune occasion de démentir par leurs actions les reproches persévérants des ennemis de la religion. Ce n'est point par des raisonnements abstraits que nous convaincrons le genre humain que nous ne craignons pas les progrès de la science : c'est en marchant hardiment à sa rencontre, ou plutôt en l'accompagnant dans sa marche progressive, en la traitant toujours comme une alliée et une amie, et en la faisant servir à la défense de notre cause, que nous pouvons raisonnablement espérer de persuader à ceux qui en douteraient encore, que la vérité n'a sa source qu'en Dieu, et que ses serviteurs et leur cause n'ont rien à craindre de sa part. La raison pour laquelle l'incrédulité a fait tant de ravages en France,

(274) Serm. 36, *super Cant; Oper.*, p. 608; Basil., 1566.

(275) *Contra Cels.*, lib. III, *Oper.* tom. I, p. 476, ed. de Larue.

(276) J'éprouve un grand plaisir à raconter l'anecdote suivante. Il y a quelques années, je fis précéder une thèse soutenue par un des élèves de mon établissement, d'une dissertation latine de dix ou douze pages sur la nécessité d'unir aux études théologiques des connaissances générales et scientifiques. J'y passais brièvement en revue les différentes branches de sciences traitées dans ces discours. Cet Essai fut bientôt traduit en italien et imprimé dans un journal de Sicile; il fut aussi, je crois, publié à Milan. Ce qui fut cependant très-flatteur pour moi, et qui peut servir de confirmation à ce que j'ai avancé dans le texte, c'est qu'étant allé deux jours après faire visite au défunt pape Pie VIII, qui était très-profondément versé dans la littérature sacrée et profane, pour lui offrir, suivant l'usage, un exemplaire de la thèse préparée pour lui, j'en trouvai un sur sa table: et, dans les termes les plus bienveillants, il me dit qu'ayant entendu parler de mon petit Essai, il l'avait envoyé chercher sur-le-champ ; puis il ajouta en termes qui faisaient allusion à l'expression figurée employée plus haut, d'après les anciens Pères : « Vous avez enlevé à l'Egypte ses dépouilles et prouvé qu'elles appartiennent au peuple de Dieu. »

dans le siècle dernier, c'est que ses émissaires la présentaient aux esprits du peuple ornée de tout le charme séduisant d'une science railleuse ; c'est qu'ils produisaient des explications et des preuves spécieuses tirées de toutes les branches de la littérature, et qu'ils enduisaient les bords de la coupe de tous les charmes d'un style élégant et d'une diction animée ; tandis que, par malheur, ceux qui entreprirent de les réfuter, si l'on en excepte Guénée et peut-être quelques autres seulement, se jetèrent dans des raisonnements abstraits et de simples démonstrations didactiques (277). Or, est-ce trop exiger que de demander qu'on prenne le même soin pour orner la religion des charmes qui sont son ornement naturel, qu'elle a reçus de Dieu lui-même, et que son ennemie a sacrilégement usurpés?

« Les formes sans cesse variées que prend l'incrédulité, la facilité avec laquelle cet autre Protée varie son air et ses mouvements, devraient nous tenir dans un état d'infatigable activité pour lui faire face dans toutes ses métamorphoses, lui résister d'une manière convenable, et nous mettre ainsi à même de l'étouffer dans toutes les formes fantastiques sous lesquelles il a coutume de se produire. *La versalité de l'erreur*, dit un éloquent écrivain de notre temps, *exige une égale variété dans les moyens employés pour la défense de la vérité ; et de qui le public a-t-il le plus de droit d'attendre qu'elle soit défendue contre les envahissements de l'erreur et de l'incrédulité, sinon de ceux qui font profession de consacrer leurs études et leur vie à l'avancement de la vertu et de la religion?... Le ministère chrétien ayant été établi pour instruire les hommes durant tout le cours des siècles dans la vérité et la sainteté, il doit s'accommoder aux scènes toujours changeantes du monde moral, et se tenir prêt à repousser les attaques de l'impiété et de l'erreur, sous quelques formes qu'elles puissent se produire* (278).

« Ces sentiments, dont on veut que soient animés ceux qui sont chargés d'enseigner la religion, ont été exprimés, il y a plus de mille ans, touchant notre ministère, par le glorieux Chrysostome, dans le livre d'or qu'il a écrit pour ceux de notre profession. Voici en effet comment il s'exprime sur ce point : *C'est pourquoi nous devons faire tout ce qui dépend de nous pour que la doctrine du Christ habite abondamment en nous. Car les préparatifs de guerre de l'ennemi ne sont pas d'une seule espèce : la guerre est, de sa nature, variée, et les attaques partent d'ennemis divers. Tous ne se servent pas des mêmes armes et ne dirigent pas leurs assauts d'après le même plan. Celui donc qui veut les combattre tous, doit connaître les artifices de chacun d'eux : il doit savoir à la fois manier l'arc et la fronde, remplir l'office de simple soldat et de capitaine, être, selon le besoin, cavalier ou fantassin, et se battre également sur un vaisseau et sur les remparts. Dans les guerres ordinaires, chacun attaque son adversaire d'après la manière dont il a été formé à ces sortes d'exercices ; mais dans ce conflit, il en est bien autrement : car si celui qui devrait remporter la victoire n'est pas entièrement initié à tous les secrets de cet art, le démon sait très-bien tirer parti de quelque point mal gardé, et introduire dans la place ses satellites spoliateurs, pour s'emparer du troupeau et le mettre en pièces. Mais il n'en est pas ainsi lorsqu'il sait que le pasteur est pourvu de toutes les ressources nécessaires, et se tient en garde contre ses ruses. Il convient donc que nous soyons préparés sur tous les points.* (*De sacerdotio*, lib. IV, § 4, p. 77.)

« A cet encourageant témoignage en faveur de la légitimité des sentiments que j'ai exposés, je puis ajouter celui d'un illustre Père de l'Eglise latine. Saint Jérôme, dans son Commentaire sur l'*Eccl.*, II, 8 : *J'ai amassé pour moi l'or et l'argent et les* richesses des rois, s'exprime ainsi : *Par les richesses des rois on peut entendre les doctrines des philosophes et les sciences profanes ; et l'ecclésiastique qui les entend bien est capable de prendre les sages dans leurs propres filets* (279).

« C'est, direz-vous, une tâche pénible que de se préparer comme il est nécessaire à ces attaques variées ; mais n'en est-il pas de même des qualités requises pour toutes les fonctions nobles de la société?

Pater ipse colendi
Haud facilem esse viam voluit.
(VIRGIL., *Georg.*, I, 121.)

Et si l'orateur romain déclare que nul n'a droit d'espérer d'atteindre la perfection de son art, *à moins d'avoir acquis la connaissance de toutes les sciences* (280), et cela pour flatter la multitude et détourner peut-être même le cours de la justice (281) ; serions-nous donc détournés d'un même genre de travail, qui est en lui-même agréable et fécond en résultats heureux, par l'idée de la peine et

(277) En preuve de ce défaut, dans un écrivain qui s'est placé sur un terrain plus élevé que je ne l'ai cru nécessaire, et qui a tâché de porter la guerre dans le pays ennemi, je pourrais citer un ouvrage publié à Naples sur la fin du siècle dernier, et qui porte pour titre : *L'irreligiosa libertà di pensare nemica del progresso delle scienze*. C'est un énorme in-4° ; mais depuis la première page jusqu'à la dernière, il ne contient pas un seul fait lumineux qui prouve que l'incrédulité ait été hostile aux progrès de la science. C'est un ouvrage d'un raisonnement sec et dans lequel il y a bien de la déclamation.

(278) *L'incrédulité moderne considérée par rapport à son influence sur la société*, dans un sermon du R. Hall, ministre anglican ; Lond., 1822, pp. 4 et 11.

(279) *Possunt regum substantiæ et philosophorum dici dogmata et scientiæ seculares, quas ecclesiasticus vir diligenter intelligens, apprehendit sapientiæ in astutia eorum.* (*Comment. in Eccles.* ; t. II, p. 726.)

(280) *Ac mea quidem sententia nemo potuit esse omni laude cumulatus orator, nisi erit omnium rerum magnarum atque artium scientiam consecutus.* (*De orat.*, lib. I, p. 89.)

(281) *Discitur innocuas ut agat, facundia causas,*
Protegit hæc sontes, immeritosque premit.
(TRIST., II, 273.)

des difficultés qu'il en doit coûter, nous, dont le but est le plus noble et le plus saint qu'on puisse se proposer sur la terre, lorsque les sciences elles-mêmes, filles de la sagesse éternelle, seront consacrées et deviendront les prêtresses du Très-Haut par l'office même auquel nous les emploierons? Qu'il faille du temps pour se former autant qu'il est nécessaire à cette méthode ou manière de combattre l'erreur et d'expliquer la vérité, on ne peut le nier; mais, je le demanderai avec confiance, à quoi le temps peut-il être mieux employé? ce n'est pas certainement à des choses frivoles qui occupent pendant un jour l'esprit public, ni à la lecture de ces pâles écrits qui sortent chaque jour de nos presses nationales comme un torrent intarissable, ni enfin aux plaisirs insipides qu'offre la société générale. *Brisons*, dirai-je avec le poëte, *brisons les liens de ces froids soucis, et suivons la route que nous trace la céleste sagesse, afin d'être la gloire de notre patrie et de posséder en nous-mêmes une source de bonheur.*

Quod si
Frigida curarum fomenta relinquere posses,
Quo te cœlestis sapientia duceret, ires.
Hoc opus, hoc studium PARVI PROPEREMUS ET AMPLI,
Si patriæ volumus, si nobis vivere, cari.
(HORAT., lib. I, ep. 3, 25.)

Oui, *parvi properemus et ampli :* tous, grands et petits, hâtons-nous d'accomplir cette noble tâche. Il est au pouvoir de chacun de s'y prendre de manière à faire servir ses études littéraires à ses progrès religieux et à l'affermissement de ses plus saintes convictions, quand même il n'aurait pas reçu en partage les talents nécessaires pour ajouter à la masse de preuves déjà connues, dans l'intérêt du bien public. Car si le nombre est petit de ceux qui sont destinés par la divine Providence à briller dans son Église comme des lampes ardentes qu'on ne doit point cacher sous le boisseau, chacun a cependant une lampe virginale à entretenir; une faible, mais précieuse lumière à tenir toujours allumée dans son âme, en l'alimentant sans cesse par de nouvelle huile, afin qu'elle puisse lui servir de guide dans le rude sentier qu'il doit parcourir, et qu'il ne se trouve pas à tâtons et embarrassé au moment où l'Époux viendra.

« Et cependant je ne vois pas pourquoi tout homme, qui n'est doué que de talents ordinaires, ne pourrait espérer, au moyen d'un travail persévérant, d'augmenter aussi quelque peu la masse de preuves sur lesquelles la vérité repose. Dans cet art, comme dans tous les autres, il y a des degrés modestes, il y a des sentiers paisibles et retirés qui ne conduisent pas au delà de l'enceinte de l'intérieur domestique; les esprits timides peuvent y errer, et, sans s'exposer aux regards du public, cueillir des plantes humbles et agréables, qui exhaleront une odeur aussi suave, sur l'autel de Dieu, que le parfum précieux que Bezaleel et Oholiab composèrent avec tant d'art. (*Exod.*, XXX, 35; XXXI, 11.) Le coquillage chargé de figures que l'enfant ramasse sur le penchant d'une colline, peut quelquefois être une preuve aussi certaine d'une grande catastrophe que les ossements énormes des monstres marins que le naturaliste découvre en fouillant dans le sein des rochers; une petite médaille peut attester la ruine d'un empire d'une manière aussi certaine que l'obélisque ou l'arc-de-triomphe. *Tandis que d'autres*, dit saint Jérôme, *contribuent de leur or et de leur argent au service du tabernacle, pourquoi ne ferai-je pas aussi mon humble offrande de poils, au moins, et de peaux d'animaux.* (*Prolog. Gal.*, en tête de la Vulgate.) A cette belle figure, qu'il est permis à chacun de s'approprier, j'ajouterai simplement que tandis que l'or et l'argent servent à l'ornement de la maison de Dieu, ces offrandes plus humbles, les peaux et les tissus de poils d'animaux, servent à l'abriter et à la défendre.

« Vous avez tous, je n'en doute pas, souvent admiré ces peintures exquises qui ornent les plafonds des appartements de Borgia, au Vatican, et où les sciences sont représentées tenant leurs cours séparées. Chacune d'elles est assise sur un trône magnifique, avec les traits et le maintien de la plus noble et de la plus rare beauté, environnée des emblèmes et des marques les plus augustes de sa puissance sur la terre, et semble revendiquer les hommages de tous ceux dont elle frappe les regards. Jugez donc quelle aurait été la conception du peintre, et à quelle sublimité d'expression il se serait élevé, s'il s'était agi de représenter celle qui est la plus noble des sciences, notre divine religion, assise sur un trône, comme elle le doit toujours être, pour recevoir les hommages et les adorations de toutes les autres sciences, qui sont ses servantes! Car si, comme on l'a prouvé, elles ne sont que des ministres soumis à sa puissance; si leur destinée est de fournir des preuves de son autorité, combien ne doit-elle pas les surpasser en beauté, en grâces, en majesté et en sainteté! Et quels ne doivent pas être l'honneur et la gloire de celui qui se sent député pour lui porter le tribut de quelqu'une de ces nobles vassales, et combien son admiration pour leur reine ne devra-t-elle pas s'accroître, lorsqu'il se verra ainsi en sa présence et si près d'elle!

« Quiconque tentera de cultiver un champ plus vaste, et suivra de jour en jour, comme nous avons humblement essayé de le faire ici, les progrès constants de chaque science, ayant grand soin de considérer l'influence qu'elle exerce sur la science plus sacrée qu'il possède déjà, y trouvera des joies si pures et des consolations si abondantes, que l'étude, souvent stérile, d'une science purement humaine n'en peut fournir de pareilles. Un homme de ce caractère, je ne sais à qui le comparer, sinon à celui qui, unissant un amour enthousiaste des charmes de la nature à une connaissance suffisante de ses lois, passerait ses jours dans un jardin rempli des fleurs les plus précieuses. Ici, il voit une fleur magnifique qui étale toute sa beauté aux rayons brillants du soleil, là, c'est une autre fleur qui est tout près d'épanouir son calice

plus modeste et non encore entièrement ouvert ; non loin de là, il en est une troisième qui n'est encore qu'en bouton, et qui n'offre qu'un léger espoir de s'épanouir plus tard avec beaucoup d'éclat : il attend néanmoins avec patience, sachant bien que, d'après une loi fixe et immuable, elle payera également, quand le temps en sera arrivé, son tribut à la lumière et à la chaleur qui l'ont nourrie. De même l'homme qui s'applique, comme nous l'avons dit, à l'étude des sciences, les voit l'une après l'autre, quand l'heure marquée est venue et qu'elle a fait sentir son influence mûrissante, découvrir quelque nouvelle formule qui ajoute à l'harmonie variée de la vérité universelle, et récompense amplement la puissance génératrice qui lui a donné le jour; et c'est ainsi que, quelque stérile qu'elle eût paru d'abord, elle produit des fruits propres à orner le temple et l'autel consacrés au culte de Dieu.

« Que s'il enregistre soigneusement ses propres convictions et les ajoute à la masse déjà existante des preuves diverses, mais tendant toutes au même but, il aura certainement atteint la fin la plus noble pour laquelle l'homme puisse vivre et acquérir de la science : son propre avantage et le bien de ses semblables. Car, comme l'a dit autrefois un poëte sage, d'après un saint plus sage encore : *Le principal usage que l'homme doive faire de ce qu'il sait, est de faire servir au bonheur des autres les peines qu'il se donne ; non pas en pleurant avec faiblesse sur les maux que nous nous sommes attirés ; non pas en riant avec fiel et tristesse, ni en s'abandonnant à la haine, comme une âme qui répand l'amertume qui s'échappe à flots de la prison dans laquelle elle avait été retenue, mais en cherchant plutôt à soulager, à dilater ou à resserrer, selon qu'il en est besoin, cette frêle espèce humaine déchue.*

« *Quelques-uns cependant cherchent à connaître seulement pour être connus, et ce n'est là qu'une vaine curiosité ; ceux-ci ne veulent que vendre et non répandre avec libéralité ; ceux-là ne veulent que gagner et dépenser mal à propos leur temps et leur bien, avilissant les arts en les faisant ainsi servir à des usages ignobles ; d'autres ont en vue d'édifier le prochain, et c'est charité ; mais il en est enfin qui veulent s'édifier eux-mêmes, et ceux-là sont les sages* (282).

« Quand la science aura une fois été consacrée par de si nobles motifs, elle sera bientôt sanctifiée par des sentiments plus purs, et prendra un caractère plus calme et plus vertueux qu'il n'est possible aux connaissances humaines de l'avoir jamais. Il naîtra dans l'âme un amour enthousiaste de la vérité, qui nous la fera seule rechercher, et éteindra tout sentiment, tout motif moins noble et plus terrestre. Nous n'envisagerons jamais avec un œil partial la cause que nous aurons en main ; nous ne l'apprécierons pas d'après des motifs personnels, mais suivant l'avis de l'excellent Schlégel, *nous éviterons toute espèce de dispute inutile et d'animosité contraire à la charité, et nous tâcherons de conserver en nous un véritable esprit d'amour et d'unité* (283). Nous regarderons notre cause comme trop sacrée pour la traiter sous l'influence et avec l'aide des passions humaines. Elle semble emprunter les paroles du poëte pour nous engager à rechercher la victoire, mais seulement par la puissance de Dieu :

Βούλου κρατεῖν μέν, ξὺν θεῷ δ' ἀεὶ κρατεῖν.
(Sophocle, *Ajax*, 764.)

« Mais ces motifs auront plus de portée encore : ils nous assureront le succès ; car si un amour pur et une admiration sincère pour la religion viennent une fois à animer nos efforts, nous nous sentirons enflammés pour son service d'un dévouement chevaleresque qui nous rendra infatigables et invincibles, lorsque nous serons armés pour sa défense. Nos recherches pourront être longues et périlleuses, nous pourrons rencontrer sur notre route des enchantements et des sortiléges, des géants et des monstres, des appâts trompeurs et des difficultés ; nous avancerons cependant, pleins de confiance dans la force de notre cause ; nous dissiperons tous les fantômes, nous combattrons avec courage tous les ennemis sérieux, et la couronne infailliblement tombera dans nos mains. En d'autres termes, nous nous résignerons avec patience à tous les ennuis que peut causer un examen qui doit entrer dans de si longs détails : quand il s'élèvera quelque objection, au lieu de nous contenter d'une réponse vague, nous examinerons tout d'abord la branche même de science sacrée ou profane d'où elle aura été tirée ; nous nous livrerons avec calme et modestie à ce travail pénible ; nous nous efforcerons d'en débrouiller toutes les obscurités et d'en délier avec soin tous les nœuds; et je vous promets que, quelque peu d'espoir qu'ait pu paraître d'abord vous offrir cette tâche, le résultat de vos efforts sera certainement contenu dans cette légende courte, mais expressive, qui s'est conservée sur une pierre précieuse fort antique, et que je puis, je l'espère, considérer comme le résumé et l'épilogue de ces discours : *Religio, vicisti*, Religion, tu as vaincu ! »

COTES (Usure des). *Voy.* Couches sédimentaires.

COUCHES CARBONIFÈRES, leur disposition, utilité de la houille. — Les plus grands magasins de combustible fossile ap-

(282) Lord Brooke, *Traité de la science humaine.* — Ces lignes ne sont qu'une paraphrase du superbe passage de saint Bernard que voici : *Sunt namque qui scire volunt eo tantum fine uti sciant, et turpis curiositas est. Et sunt qui scire volunt ut sciantur ipsi, et turpis vanitas est. Et sunt item qui scire volunt ut scientiam suam vendant, verbi causa pro pecunia, pro honoribus, et turpis quæstus est. Sed sunt quoque qui scire volunt ut ædificent, et charitas est. Et item qui scire volunt ut ædificentur, et prudentia est.* Sermo. 36, *super Cant.*, p. 608.

(283) *Philosophische vorlesungen*, p. 265.

appartiennent presque exclusivement aux couches de la série de transition. On n'a rencontré que rarement de la houille dans des formations secondaires, et ce n'étaient que des gisements sans importance ; et les lignites des formations tertiaires, bien qu'ils se montrent quelquefois en petits dépôts d'une substance compacte et que l'on peut utiliser pour le chauffage, n'exercent aucune influence importante sur la condition de l'espèce humaine (284).

Nous allons étudier parmi les phénomènes physiques dont la surface du globe a été le théâtre, ceux auxquels nous devons la disposition de ces restes précieux d'un monde ancien dans des conditions qui nous permettent d'avoir accès jusqu'aux trésors inestimables du charbon minéral.

Nous voulons passer en revue quelques importants phénomènes géologiques de la série carbonifère, et voir jusqu'à quel point les avantages qui résultent pour nous de l'état actuel de cette portion de la croûte du globe peut nous rendre probable que cet état est une œuvre de prévoyance et de sagesse.

Il ne suffisait pas que ces débris végétaux fussent entraînés de leurs forêts natales, et ensevelis au fond des lacs, des golfes et des mers anciennes, pour y être convertis en houille ; il fallait en outre que des changements de niveau d'une grande étendue vinssent soulever et convertir en des terres habitables ces couches où gisaient tant de richesses, qui n'eussent eu aucune utilité tant qu'elles seraient demeurées ensevelies dans les profondeurs inaccessibles où elles s'étaient entassées. Il fallait que s'exerçât l'action de quelqu'un des ressorts les plus puissants de la dynamique du globe terrestre, pour produire les révolutions qui devaient mettre sous la main de l'homme ces puissants éléments d'art et d'industrie. Examinons en peu de mots quels résultats ont été produits.

La surface de la terre se montre couverte d'une série de dépressions irrégulières ou bassins séparés les uns des autres, et quelquefois entièrement entourés par des portions saillantes des couches qui sont au-dessous, ou par des roches cristallines non stratifiées, qui ont soulevé ou des collines ou des montagnes variant entre elles par leur hauteur, par leur direction et par leurs degrés divers de continuité. De chaque côté de ces points plus élevés, les couches plongent par une pente plus ou moins rapide vers les vallées qui séparent une chaîne de montagnes de la chaîne voisine.

Cette disposition de la surface terrestre en des bassins ou des sortes d'auges, disposition commune à toutes les formations, a été constatée plus spécialement dans la série carbonifère, par la raison que l'importance des lits de houille a été cause qu'on les a exploités dans toute leur étendue.

Un bienfait qui résulte de la disposition par bassins des couches carbonifères, c'est qu'elles viennent toutes à la surface, sur la circonférence de chaque bassin, ce qui permet à l'homme d'y pénétrer, en y creusant des mines, sur presque tous les points de leur étendue respective. Une pente non interrompue dans une direction constante eût eu pour résultat de porter promptement les couches inférieures à une profondeur inaccessible à l'homme.

Le bassin de Londres offre une disposition pareille des couches tertiaires au-dessus de la craie. Les bassins de Paris, de Vienne et de la Bohême, sont d'autres exemples de même nature.

Les couches secondaires et les couches de transition des districts du centre et du nord-ouest de l'Angleterre sont des portions latérales du grand bassin géologique de l'Europe septentrionale, et elles se continuent dans les plaines et sur la surface des contrées montagneuses du continent.

La disposition générale qu'affectent toutes ces couches en forme de bassin a été le résultat d'un double système d'opérations dans l'économie du globe. Le premier de ces systèmes a formé les dépôts sédimentaires provenant soit des débris des roches plus anciennes, soit de précipitations chimiques, dans les régions basses où les détritus des régions anciennement élevées furent transportés par la force des eaux. Le second a eu pour effet de soulever ces couches de la place où elles étaient déposées au fond des eaux, par l'emploi de forces analogues à celles dont l'action se manifeste quelquefois sous nos yeux dans ces terribles mouvements de la croûte du globe, qui sont l'un des phénomènes des tremblements de terre de l'époque actuelle.

Les amas les plus remarquables de cette importante production végétale qu'il y ait en Angleterre se trouvent dans les terrains houillers de Wolverhampton et de Dudley. La couche de houille y a dix mètres d'épaisseur. Le terrain houiller des environs de Faisley, en Ecosse, offre dix lits distincts dont l'épaisseur réunie est d'environ cent pieds ; et le bassin houiller du sud du pays de Galles renferme, près de Pontypool, vingt-trois lits de houille ayant une épais-

(284) Avant que l'étude nous eût conduits à quelques connaissances étendues sur chacune des séries de formation que les géologues savent maintenant déterminer avec facilité, il n'y avait aucune raison *a priori* de s'attendre à rencontrer la houille dans une série de couches plutôt que dans une autre. Des travaux au hasard, ayant pour but la recherche de la houille dans des couches d'une formation quelconque, étaient donc toujours quelque chose de désirable et d'utile à une époque où le nom même de la géologie était encore inconnu. Mais l'homme qui entreprendrait des recherches semblables dans des districts que l'on sait maintenant composés de couches non carbonifères des séries secondaire et tertiaire, serait taxé de folie, depuis que l'expérience réunie d'un grand nombre d'années a prouvé que c'est seulement dans ces couches de la série de transition, que l'on a désignées sous le nom de groupe carbonifère, que se découvrent des mines de houille productives et étendues

seur totale d'environ quatre-vingt-treize pieds.

La présence dans plusieurs terrains houillers de riches couches de minerai ferrugineux, contenu dans les schistes argileux qui alternent avec les lits de charbon minéral, est une circonstance qui rend les districts adjacents remarquablement propres à l'établissement des fonderies de fer les plus importantes; et d'ordinaire ces localités offrent en outre cette autre circonstance précieuse pour l'exploitation, qu'au-dessous de la houille et du minerai ferrugineux se trouve une couche de calcaire qui fournit le fondant nécessaire pour la réduction du minerai à l'état métallique (285).

Les grandes fonderies de fer des comtés de Derbyshire et d'Yorkshire, et du sud de l'Ecosse, de Pontypool et de Merthyr-Tydfil, sont des exemples des bienfaits qui résultent d'une juxta-position semblable de la houille et d'un riche minerai de fer argileux.

Il y a, dit M. Conybeare (286), *dans la juxta-position immédiate de ce métal, de tous le plus utile, avec le combustible qui doit servir à le réduire, et avec le calcaire qui doit être employé pour faciliter cette opération, une disposition si heureusement en rapport avec les besoins de l'industrie humaine, que l'on ne nous accusera pas de recourir sans nécessité aux causes finales, si nous nous laissons aller à penser que les matériaux grossiers qui constituent l'enveloppe terrestre ont été distribués de cette manière dans des vues d'utilité pour les êtres qui devaient en peupler la surface.*

Examinons succinctement quelle est l'influence du charbon minéral sur la condition actuelle de l'espèce humaine. Voici comment M. J. F. W. Herschel met en relief la puissance mécanique de la houille dans son admirable *Discours sur l'étude de la philosophie naturelle;* 1831, page 59.

Tous nos mécaniciens modernes savent qu'un boisseau de houille, brûlé dans des conditions favorables, suffit pour soulever 70 millions de livres à la hauteur d'un pied; tel est l'effet moyen d'une machine qui fonctionne actuellement dans le comté de Cornwall.

L'ascension de Chamouny jusqu'au Mont-Blanc est considérée avec raison comme l'entreprise la plus laborieuse que puisse exécuter en deux jours un homme robuste; il eût suffi, pour soulever cet homme du pied de la montagne à son sommet, de la combustion de deux livres de houille.

Le pouvoir que l'homme tire de l'emploi du charbon minéral peut s'estimer par les résultats (287) que donne une livre ou toute autre quantité donnée de houille brûlée

(285) D'après M. Forster (*Voyez* les *Transactions de la Société d'Histoire naturelle du Northumberland*, etc., t. Ier, p. 114), la quantité de fer que l'on extrait annuellement dans le pays de Galles est d'environ 270,000 tonnes, dont les trois quarts sont en barres et le dernier quart en saumons et en gueuses. Une tonne de fer, pour être obtenue, nécessite l'emploi d'environ cinq tonnes et demie de houille, ce qui porte à 1, 500,000 tonnes à peu près la consommation de la houille pour la quantité de fer dont nous venons de parler. On peut estimer à 350,000 tonnes la quantité de houille employée à la fusion du minerai de cuivre importé de la Cornouailles, à la fabrication de l'étain laminé, à forger le fer et aux usages domestiques, ce qui porte à 1,850,000 tonnes la consommation annuelle du charbon dans le pays de Galles. L'extraction du fer dans toute la Grande-Bretagne s'est élevée, pour l'année 1827, à la quantité énorme de 690,000 tonnes réparties de la manière suivante :

	TONNES.	FOURNEAUX.
Comté de Staffordshire,	216 000	93
Shropshire,	78 000	31
Galles du Sud,	272,000	90
Galles du Nord,	24,000	12
Comté d'Yorkshire,	43,000	24
Comté de Derbyshire,	20,000	14
Ecosse,	36,000	18
	690,000	284

(286) *Geology of England and Wales.*, p. 553.

(287) Le nombre de livres soulevées, multiplié par la hauteur évaluée en pieds et divisé par le nombre de boisseaux de houille, de 84 livres chacun, qui ont été employés, donne ce qu'on appelle l'effet utile (*duty*) d'une machine à vapeur, et sert de point de départ pour en estimer la puissance.

D'après M. Taylor, dans son *Mémoire sur l'effet utile des machines à vapeur*, ces machines ont reçu depuis un petit nombre d'années un perfectionnement si rapide, que tandis qu'à une époque déjà reculée l'effet d'une machine à vapeur atmosphérique pouvait s'estimer par 5,000,000 de livres d'eau élevées à la hauteur d'un pied par la combustion d'un boisseau de houille, une machine dernièrement construite à Wheal-Towan, dans le comté de Cornwall, en élèverait 87,000,000 de livres pour la même dépense; ou, qu'en d'autres termes, l'expérience nous a appris à tirer autant de puissance d'un seul boisseau de houille que l'on en pouvait tirer dans l'origine de dix-sept boisseaux. Ainsi le pouvoir qu'exerce l'homme sur le monde matériel par l'emploi de la houille dans les machines à vapeur est devenu dix-sept fois plus grand qu'à l'époque où ces machines furent inventées, et il s'est accru, seulement dans ses quarante dernières années, jusqu'au triple environ de ce qu'il était auparavant.

Il y a dans les mines de Forvey-Consols, dans le comté de Cornwall, une machine dont M. Taylor estime l'effet dans les circonstances ordinaires à 90,000,000 de livres et qui a été faite pour pouvoir soulever 97,000,000 de livres à un pied de hauteur par la combustion d'un seul boisseau de charbon.

En facilitant le dessèchement des mines, ces améliorations ont exercé une influence immense sur l'extraction des métaux qui, sans ce secours, fussent demeurées ensevelis dans des profondeurs où jamais nous n'eussions pu pénétrer. Des mines que l'on avait abandonnées par suite de l'impossibilité où l'on était de les épuiser ont été découvertes; d'autres ont été creusées; et l'homme s'est vu mis en possession de trésors minéraux qui, sans le secours de ces machines, fussent toujours demeurés loin de sa portée.

Il est résulté de ces progrès qui ont été faits dans l'emploi de la houille comme principe de force mécanique, et par suite comme principe de richesse, que des travaux de mines d'une grande importance ont été poussés jusqu'à des profondeurs dont on n'avait pas encore d'exemple. A Wheal-Abraham, par exemple, on a creusé jusqu'à 240 brasses (environ 1,350 pieds français); à Doleoath, jusqu'à 235 brasses; et dans les *Consolidated mines* de Gwennap, jusqu'à 290 brasses (environ 1,630 pieds). Ces dernières

dans une machine à vapeur ; car la quantité d'eau qu'une machine peut soulever à une hauteur donnée, ou le nombre de boisseaux de blé qu'elle peut réduire en farine, ou, en un mot, le travail qu'elle peut exécuter, quelle qu'en soit la nature, est en proportion exacte avec la puissance qui la met en mouvement. Comme le travail des mines ne peut se continuer qu'en descendant chaque année à des profondeurs plus grandes, les difficultés de l'extraction des métaux vont s'accroissant d'année en année; et l'homme n'en pourrait venir à bout, s'il n'avait entre ses mains la puissance que lui donnent la houille et les machines à vapeur, pour épuiser l'eau qui envahit ses travaux à mesure qu'il les exécute; et il lui serait impossible de trouver ailleurs que dans la houille le combustible nécessaire pour mettre ces machines en mouvement.

Ce n'est pas seulement par la valeur pécuniaire des métaux qui sont ainsi extraits du sein de la terre que l'on peut estimer de quelle importance est la houille pour l'espèce humaine, car cette substance tire une nouvelle et bien plus grande importance du rôle qu'elle joue dans les opérations de la mécanique et des arts, et de la part qui lui revient dans les résultats que ces opérations produisent.

On a calculé qu'en Angleterre environ quinze mille machines à vapeur sont journellement en jeu, et l'on assure que l'une de celles du Cornwall est d'une force de mille chevaux (288), la force d'un cheval, d'après M. Watt, égalant cinq fois et demie celle d'un homme : et si nous supposons que la force moyenne de chaque machine soit de vingt-cinq chevaux, nous verrons que chez nous la puissance de la vapeur équivaut à celle d'environ deux millions d'hommes. Si l'on considère que cette force est en grande partie appliquée à mettre des machines en mouvement, et que l'ensemble du travail exécuté par les machines en Angleterre a été estimé égal à celui que pourraient fournir immédiatement trois ou quatre cent millions d'hommes, on sera stupéfait en voyant combien la houille, le fer et la vapeur ont d'influence sur les destinées et sur la fortune de l'espèce humaine. — « Elle s'est emparée des fleuves, dit M. Webster, et le batelier peut se reposer sur ses rames; elle est sur les routes élevées, et nous l'y voyons s'exercer au voiturage par terre; elle est au fond des mines, à mille pieds plus bas que la surface de la terre (et il aurait pu dire à 1,800 pieds). Nous la retrouvons également dans les moulins et les ateliers de l'industrie. Elle rame, pompe, creuse, charrie, traîne, soulève, forge, file, tisse, imprime. »

Nous ne manquerions pas de faits qui prouveraient que la houille est pour l'espèce humaine une base sur laquelle repose l'accroissement de la population, des richesses et du pouvoir, ainsi que le perfectionnement de presque tous les arts qui fournissent à ses besoins et à son bien-être. Et si reculées que soient les périodes pendant lesquelles se sont rassemblés ces éléments de tant de bienfaits pour les époques futures, il nous est permis d'affirmer qu'indépendamment du but immédiat qu'ils ont rempli, soit à l'époque où ils furent déposés dans les entrailles de la terre, soit depuis, il entra un souci providentiel de nos besoins futurs dans l'ordonnance de ce plan, qui, après tant de siècles écoulés, les a si merveilleusement disposés pour le bien de l'espèce humaine.

COUCHES SÉDIMENTAIRES. — D'après l'étude des couches sédimentaires de toutes les époques géologiques, et la manière dont les fossiles y sont renfermés, on reconnaît, par le parallélisme de ces couches, et par celui des lits de fossiles qui y sont disséminés, qu'elles ont été déposées sous les eaux. Lorsqu'on veut comparer ces couches terrestres à ce qui se passe maintenant dans la nature, au sein des mers et sur les continents, on acquiert bientôt la conviction que des circonstances analogues ont dû présider à leur mode de dépôt, et ont donné, dans les mêmes conditions, des résultats identiques. Il reste ainsi démontré pour l'observateur, que les causes naturelles encore en action ont toujours existé, et que, pour avoir l'explication satisfaisante de tous les phénomènes passés, il devient indispensable d'étudier les phénomènes actuels.

L'heureuse pensée de recourir aux causes agissant maintenant, pour expliquer la formation des couches terrestres, appartient tout entière à M. Constant Prévost, qui, le

mines n'emploient pas journellement moins de 2,500 personnes.

Dans les *Consolidated mines*, l'action de neuf machines à vapeur, dont quatre sont les plus grandes que l'on ait encore jamais faites, puisqu'elles ont un cylindre de 90 pouces (anglais), extraient, suivant la saison, de trente à quarante muids d'eau par minute, d'une profondeur moyenne d'environ 250 brasses. On a estimé que le produit annuel de ces mines s'élève à 20,000 tonnes de minerai, qui produisent 2,000 tonnes de cuivre fin, ce qui est plus que le septième de ce qu'en produit toute l'Angleterre. Les niveaux ou galeries de ces mines ont dans le sens horizontal une étendue d'environ quarante-trois milles.

D'après M. Taylor, les machines à vapeur qui fonctionnent actuellement pour le dessèchement des mines du comté de Cornwal ont ensemble une force d'environ 44,000 chevaux, un boisseau de houille pouvant exécuter le travail de 16 chevaux.

(288) Quand un ingénieur dit d'une machine qu'elle est de 25 chevaux, c'est une manière d'indiquer qu'elle exécute le travail que ferait ce nombre de chevaux constamment en action ; mais si l'on suppose qu'un cheval ne doive travailler que 8 heures sur 24, ce serait 75 chevaux au moins qu'il faudrait pour produire l'effet d'une pareille machine.

La plus grande machine de Cornwal peut atteindre dans son maximum d'action une puissance égale à celle qu'auraient 300 à 350 chevaux ; et il faudrait par conséquent 1,000 chevaux pour produire le même effet constant que l'on en obtient. C'est dans ce sens que l'on a dit qu'il existait une machine de la force de 1,000 chevaux : mais ce mode d'évaluation de la force n'est pas celui que l'on emploie ordinairement.

premier, l'établit dans son système géologique. La science doit encore à M. Lyell le développement de ce système, appuyé de nombreuses recherches aussi savantes qu'ingénieuses; mais, comme il fallait un séjour très-prolongé sur les côtes de toutes les mers, pour obtenir des données certaines, et que ce mode d'observation n'est pas à la disposition de tout le monde, on s'est le plus souvent contenté, dans ces systèmes, d'interpréter par l'étude des couches terrestres la manière dont les choses doivent se passer aujourd'hui au sein des mers et sur les continents. Nous avons suivi une marche contraire. Dégagé de toute idée préconçue, nous avons voulu compléter la somme des faits acquis par des recherches spéciales, prolongées, exécutées sur différents points de l'Océan, dans le seul but de scruter les faits actuels destinés à nous donner, sans hypothèse aucune, la valeur relative des divers agents qui concourent à la formation des couches sédimentaires.

L'époque actuelle offre des continents et des mers; il s'y forme donc simultanément des *sédiments marins* et des sédiments fluvio-terrestres. Ces deux séries, bien qu'offrant le *synchronisme* le plus complet, et se confondant souvent, méritent néanmoins d'être étudiées chacune à part. Nous commencerons par les sédiments marins, qui jouent un rôle immense à la surface du globe, et qui expliquent plus particulièrement la nature des étages géologiques les plus répandus.

Art. Ier. — Des sédiments marins.

Nous appelons ainsi toutes les particules terrestres, minérales ou autres qui, abstraction faite de leur dimension ou de leur provenance, se trouvent actuellement dans la mer et sur ses rivages. Si nous parcourons rapidement les côtes de France, par exemple, nous voyons, sans descendre au-dessous du balancement des marées, ces sédiments changer de nature suivant les lieux, et offrir à la fois toutes les modifications. Les côtes de la Normandie, depuis Abbeville jusqu'au Hâvre, montrent des falaises au pied desquelles sont des cailloux siliceux, et parfois du sable. Les côtes du Calvados présentent par intervalles, depuis Honfleur jusqu'à Dives, un mélange de cailloux siliceux et calcaires, des sables, et quelquefois de la boue. En marchant à l'ouest, des sables remplissent les baies; et la côte, lorsqu'elle est bordée de falaises, se couvre de galets de diverses natures, suivant la composition de ces mêmes falaises. Presque toute la côte de Bretagne présente des cailloux granitiques ou des anses sablonneuses; la Vendée offre, dans la baie de Bourgneuf, près de Beauvoir, des attérissements vaseux considérables, puis des dunes et quelques roches granitiques jusqu'au golfe de Luçon, où de nouveaux dépôts vaseux couvrent une immense surface. Les côtes de la Charente-Inférieure sont couvertes par endroits, soit de galets calcaires, formant ces cordons littoraux si bien décrits par M. Elie de Beaumont (La Rochelle, Châtelaillon), soit d'anses vaseuses (les Trois Canons, Marennes), soit de dunes comme à la Tremblade; puis au sud de l'embouchure de la Gironde, les sables recommencent jusqu'à Bayonne. C'en est assez, nous le croyons, pour démontrer ce que nous avons avancé, et prouver le synchronisme de toutes ces matières de sédiments différentes.

§ I. — *Provenance des sédiments marins.*

Les sédiments marins actuels se forment de trois manières différentes : par le transport des particules terrestres, par l'usure des côtes, par les corps organisés, leur usure et leur décomposition.

Les *sédiments apportés par les affluents terrestres* ont été regardés comme étant, pour ainsi dire, les seuls dans les circonstances actuelles. Sans nier leur importance réelle, nous espérons prouver que des sédiments considérables se déposent aussi sur les côtes où il n'existe aucun affluent, comme celles du Chili, de la Bolivie et du Pérou; mais ayant l'intention de traiter séparément des phénomènes terrestres, nous renvoyons ceux-ci à leur article spécial. Il nous suffira de constater maintenant la valeur des sédiments qu'ils apportent. Les rivières de France, qui débouchent dans l'Océan, sont loin d'en fournir également, et même, la somme de leurs produits de ce genre n'est pas toujours en rapport avec leur importance et le volume de leurs eaux. Toutes les petites rivières, la Somme, la Dive, l'Orne, la Vilaine, la Sèvre, la Charente, etc., charrient à peine, lors des grandes pluies, quelques sédiments fins en suspension dans leurs eaux. La Seine même donne aussi des sédiments fins et très-peu de sable. Il n'y a donc que la Gironde et la Loire, et surtout la dernière, qui fournissent à la fois des sédiments fins et du sable en abondance. Néanmoins, si nous considérons que les côtes françaises de l'Océan présentent une surface de plus de 1,800 kilomètres, en contact avec la force de la vague, tandis que deux fleuves seulement donnent, sur ce circuit, des sédiments terrestres, il sera facile de juger qu'en évaluant au quart de l'ensemble la valeur de leur apport annuel dans les océans du monde entier, on sera peut-être encore bien au-dessus de la vérité. On en est surtout persuadé, lorsqu'on voit que, sur 115 degrés, ou 11,500 kilomètres de côtes battues par la vague, l'Amérique méridionale, sur l'océan Atlantique, n'offre que trois fleuves, la Plata, l'Amazone et l'Orénoque, qui donnent des sédiments; et que, sur la côte opposée du grand Océan, 80 degrés ou 8,000 kilomètres d'extension, n'ont que deux rivières, le Rio de Guayaquil et le Rio Biobio, qui, réunis, ne donnent pas annuellement autant de sédiments que la Seine. On en sera d'autant plus persuadé, que sur ces côtes, depuis Coquimbo jusqu'à Guayaquil, il ne pleut jamais, et que cependant il s'y trouve des sédiments considérables.

Les sédiments formés par l'usure des côtes sont, dans l'état actuel, les plus considéra-

bles, et peuvent être représentés par les dix seizièmes de l'ensemble fourni à l'Océan dans le cours d'une année. Lorsqu'on a vécu sur les côtes de quelque partie du monde que ce soit, on peut se convaincre de l'action incessante de la vague, augmentée dans les gros temps, sur le littoral maritime, bordé de falaises sablonneuses, calcaires, crayeuses ou argileuses. Les efforts impuissants du génie de l'homme pour s'en garantir à Bayonne, à Noirmoutiers, en sont une preuve; d'ailleurs, il suffit de voir les côtes avant et après une tempête, pour se faire une juste idée de cette action et des immenses changements qu'elle opère, en enlevant une surface considérable de sédiments soit au-dessus, soit au-dessous du niveau moyen du balancement des marées.

Si pour nous éclairer à cet égard nous parcourons encore les bords de l'Océan, sur le littoral de la France, nous verrons, par exemple, qu'à l'exception de quelques golfes profonds, très-restreints dans leur extension où se forment actuellement des attérissements, comme aux environs de Beauvoir (Loire-Inférieure), dans le golfe de Luçon (Vendée), à Brouage (Charente-Inférieure), etc., presque toutes les côtes subissent, au contraire, l'action destructive de la houle.

Cette action s'exerce de diverses manières, suivant la disposition du littoral. Lorsqu'une côte à mer basse montre à découvert des bancs argileux, calcaires, ou sablonneux, la houle, à chaque marée, lave, délaye et enlève les sédiments, comme on le voit sur les côtes des départements du Pas-de-Calais, de la Somme, de la Seine-Inférieure, du Calvados, de la Vendée et de la Charente-Inférieure. Les bancs calcaires de Châtelaillon, de la pointe de la Baleine à l'île de Ré, de la pointe de Chassiron à l'île d'Oléron (Charente-Inférieure), du Calvados, depuis Honfleur jusqu'à Port-en-Bessin, qui montrent à basse mer une étendue d'un à trois kilomètres, en présentent surtout des exemples remarquables.

Lorsque des falaises bordent la côte, la mer, en sappant incessamment le pied, ronge la roche, et les couches ne tardent pas à surplomber. Elles s'éboulent ensuite en parties fragmentaires, et la houle recommence à laver, à triturer, et à enlever les parties plus fines. Son action continuelle fait disparaître peu à peu le produit de l'éboulement, et elle vient de nouveau battre la côte en brèche. Les hautes falaises de craie et de calcaire argileux du cap Blanc-Nez, près de Boulogne (Pas-de-Calais), les côtes crayeuses de la Somme, de la Seine-Inférieure, depuis Abbeville jusqu'au Hâvre; les côtes crayeuses, argileuses et calcaires du Calvados; les côtes de grès, de calcaire ou d'argile de la Charente-Inférieure en donnent partout des exemples.

On voit aussi les deux actions s'exercer en même temps sur beaucoup des mêmes côtes qui offrent à la fois des bancs prolongés sous la mer et des falaises perpendiculaires sur le rivage.

Un troisième mode d'action qui s'exerce en tous lieux est l'usure continuelle de tout ce qui, sur un rivage, se trouve dans la zone du balancement des marées. Quiconque a pu entendre, sur la côte de la Normandie, depuis Abbeville jusqu'au Hâvre, le bruit que font les galets de silex, lorsqu'ils sont remués par une forte houle, se rendra compte de cette action incessante. Les cailloux de silex, malgré leur dureté, s'usent encore assez promptement; ce qui donne la mesure pour des galets calcaires ou de toute autre nature d'une moindre densité. La mise en mouvement par les eaux de toutes les matières sédimentaires de ce niveau tend à en diminuer constamment le volume par le frottement; si, en effet, nous reconnaissons cette action sur nos côtes, relativement très-tranquilles, on jugera de ce que la houle pourra produire sur certain littoral, comme celui des îles de tous les océans, du Chili, du Pérou, de la Patagonie, où la mer, incessamment en furie, déferle toujours avec force contre ses limites naturelles.

Les côtes granitiques ou de grès anciens des départements de la Manche, des Côtes-du-Nord, du Finistère, du Morbihan, sont loin de donner des résultats aussi considérables que les côtes calcaires; mais la décomposition de ces roches et l'action continuelle de la vague, ne laissent pas cependant de fournir une bonne part de détritus. Les côtes bordées de dunes de sable, paraissent souvent être à l'abri de l'action de la houle, mais il n'en est pas ainsi; car presque toujours il existe, sous ces dunes, des roches ou des terres qui découvrent à basse mer et sont constamment en butte à la houle, comme sur la côte de Vendée, sur les côtes extérieures des îles de Noirmoutiers, de Ré, d'Oléron, etc., etc.

On pourrait, pour quelques points des côtes, obtenir des données certaines relativement au cubage des matières enlevées annuellement par la vague, en mesurant, au delà d'un édifice, la distance qui le sépare du rivage, et prenant l'année suivante la différence. Les falaises argilo-calcaires de Châtelaillon (Charente-Inférieure) nous en ont offert une preuve. La ville de ce nom (*Castellum allionis*) y était bâtie, et, suivant les documents historiques, y existait encore en 1780. Aujourd'hui on trouve, à plus de deux kilomètres en mer, lors des basses marées, des débris de constructions qui témoignent seuls de l'existence de la ville de Châtelaillon. Un fort, bâti sur cette même falaise sous le règne de Napoléon, et qui, en 1825, se trouvait encore à plus de deux cents mètres du rivage, était, en octobre 1846, à moitié tombé avec la falaise qui le supportait. On voit qu'en calculant la hauteur moyenne de cette falaise longue d'un kilomètre, et dont les points les plus élevés ont de 15 à 18 mètres, il serait facile d'avoir la somme des sédiments fournis sur ce point. Les falaises de grès friable, de la Patagonie qui, sur des degrés de longueur, s'élèvent à plus de 100 mètres, donnent encore une

altération plus rapide. Ces diverses preuves suffiront peut-être pour établir la somme réelle des sédiments enlevés par l'usure des côtes.

Les sédiments que forment les corps organisés, leur décomposition et leur usure, bien qu'ils ne soient pas les plus considérables, puisque nous n'évaluons leur produit qu'à un huitième de l'ensemble, n'en méritent pas moins toute notre attention. Les corps organisés forment à eux seuls quelques-unes des îles Madréporiques de l'archipel des Amis, dans le grand Océan, les récifs des Antilles de la côte occidentale d'Afrique et même les récifs souvent ignorés des zoologistes mais bien connus des ingénieurs hydrographes de la marine, qui, sur quelque points de la côte de Normandie (Calvados), en dehors de la pointe de la Baleine (île de Rhé), et de la pointe de Chasseron (île d'Oléron), offrent d'assez grandes étendues sous-marines. Les corps organisés en nature montrent encore, suivant les importants travaux de ces ingénieurs, que les fonds sous-marins les plus communs sur tous les atterrages du monde, sont, sans contredit, formés de bancs de coquilles plus ou moins brisées. Du reste, lorsqu'on examine la composition du sable de certains rivages, comme ceux des îles *Gallopagos*, et de tout l'archipel des Amis, dans le grand Océan, on reconnaît qu'il n'est absolument composé que de fragments de coquilles et de coraux. L'importance de cette nature de sédiment est donc bien constatée et non équivoque, à l'époque actuelle, comme elle l'a été aux époques passées.

Ainsi que nous le dirons, en traitant particulièrement de la manière d'être des animaux, dans les couches sédimentaires, les parties solides de ces animaux, une fois séparées des parties charnues, forment des sédiments et sont soumises aux mêmes altérations et à la même usure que les fragments de roches enlevés aux falaises. Elles se décomposent de même par l'action mécanique de la vague, et forment les sédiments qui se mêlent aux autres de même densité, de même nature.

En résumé, prenant approximativement le chiffre *seize* pour l'ensemble des sédiments marins, nous trouvons que ce nombre se compose des provenances suivantes :

Sédiments fournis par les affluents terrestres.	4
Sédiments fournis par l'usure des côtes.	10
Sédiments fournis par les corps organisés.	2
Total.	16

D'après ce que nous venons de dire, les sédiments, selon leur provenance, sont de diverses compositions et de densité très-différentes. Ils se composent, en effet, à la fois, sur la côte de tous les continents : de cailloux, de galets siliceux et calcaires de toutes les dimensions, de gros sable, de sable fin, de sable vaseux et de vase. Nous allons maintenant nous occuper de leur répartition, suivant leur volume, leur densité, et la force motrice qui les déplace.

§ II — *De la répartition naturelle des sédiments dans les mers.*

L'action passive et générale des sédiments, dès qu'ils sont soumis au moindre mouvement, est essentiellement de se tasser et de niveler. En effet, leur propre poids, aussitôt qu'ils se répandent dans l'élément aqueux, toujours d'une moindre densité, ou lorsqu'ils sont portés par l'agitation des milieux qui les environnent, les force à descendre sur une pente. Dès lors, selon leur nature et leur densité, les sédiments se déposent de différentes manières, suivant la configuration des côtes, la pente plus ou moins rapide de celles-ci, et l'action des courants sous-marins.

Sur une côte en pente rapide, vers une mer profonde, comme on a pu l'observer à Ténériffe, au Chili, au Pérou, et sur quelques points de la Méditerranée, ces sédiments se déposent en raison de leur densité. Quelquefois, les anses présentent du sable, sous forme de dunes, au-dessus des marées; mais les lieux battus de la vague offrent toujours, au niveau de ces marées, près des lieux où ils ont été enlevés au littoral, des cailloux plus ou moins gros, ou du gros sable, qui se continuent jusqu'aux limites inférieures du balancement des eaux. Lorsqu'on sonde ou qu'on drague au-dessous de ce niveau, on voit la grosseur des sédiments diminuer graduellement, à mesure qu'on descend, et les sables sont remplacés, dans les grandes profondeurs de ces mers, par les parties les plus tenues et les restes organisés les plus légers. La drague et la sonde ont toujours donné de 60 à 100 mètres, à Ténériffe, comme sur toutes les côtes profondes du Chili et du Pérou, des sédiments très-fins, remplis de foraminifères, et M. Duperrez dit avoir toujours trouvé de 50 à 60 kilomètres au large, dans la Méditerranée, un fond de boue et de sédiments très-fins, ce qui prouverait la généralisation du fait. Alors les sédiments qui se déposent sur un plan incliné forment toujours des couches parallèles de moins en moins inclinées, jusqu'au fond des mers où elles deviennent sans doute horizontales.

Les courants, qui exercent une action si puissante dans les atterrages peu profonds sur la répartition des sédiments, et partout, sur la répartition des êtres à l'état de vie, n'en ont absolument aucune, quant aux sédiments des côtes abruptes, comme celles du Chili et du Pérou; car, vu la pente rapide et le peu de largeur de la bande sédimentaire située dans la limite de l'action de ces courants, cette action ne saurait amener aucun changement important. Ils ne paraissent pas non plus atteindre les grandes profondeurs de l'Océan, et en aucune manière ils ne sauraient transporter des sédiments d'un continent à l'autre, lorsque ceux-ci sont séparés par de grandes profondeurs. On le conçoit, il faudrait qu'avant de passer d'un côté à l'autre ils comblassent l'intervalle en le nivelant.

Sur une côte très-plate et très-prolongée sous les eaux de la mer, s'il n'y a pas de courants, les choses se passent comme sur une côte abrupte; seulement chaque nature de sédiment prend une bien plus grande extension. On trouve également toujours les parties les plus légères au-dessous du balancement des eaux, et dans les grandes profondeurs. M. d'Orbigny l'a observé sur les côtes de France et de Patagonie.

L'action des courants côtiers et sous-marins est immense sur les côtes plates ou en pente très-faible, ainsi que dans les détroits dont on connaît le fond, comme dans la Manche, sur les côtes de la Bretagne et sur celles du golfe de Gascogne.

On peut comparer, quant à leurs résultats identiques, l'action mécanique des courants sur la distribution des sédiments, à la même action produite par la vague et par le balancement des marées, sur les côtes tranquilles. De même elle sert à séparer les sédiments suivant leur nature, et à les transporter dans des lieux différents.

Par la seule action des courants sous-marins, les cailloux, vu leur densité, restent toujours près du lieu où ils sont enlevés, ou sont transportés à peu de distance. Lorsqu'on les suit sur le littoral de la France, on arrive à cette conclusion. Dans tous les cas, restant près de la côte sur le lieu agité, ils ne sont presque jamais transportés au large. Sur toute la côte des départements de la Seine Inférieure et de la Somme, les cailloux sont formés de silex enlevés à la craie des falaises; à Trouville (Calvados), ce sont des galets calcaires oolitiques ou non, qui proviennent des falaises. En Bretagne, ce sont des cailloux de roches cristallines, etc.

Le gros sable, qui dans le balancement des marées reste au-dessous des cailloux, n'est pas trop lourd pour être transporté par les courants; aussi le trouve-t-on partout où les courants ont une forte action. Des sondages opérés en dehors et près du cap Horn, à l'extrémité sud de l'Amérique méridionale, où se rencontre un des plus forts courants, ont donné du gros sable. Le banc de Terre-Neuve, où passe un courant sous-marin rapide, offre partout du sable de même nature; il en est de même du fond de la Manche et des côtes, jusqu'à 30 kilomètres au large, des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron.

Presque tous les bancs de sable qu'on observe à basse mer, sur toutes les côtes où il y a des courants, sont formés de gros sable et de coquilles. Sont dans le même cas les bancs sous-marins que les courants forment sur certaines côtes ou près de l'embouchure des rivières. Lorsqu'on examine la manière dont les sédiments se déposent sur ces bancs, on voit qu'ils forment une partie horizontale, ou légèrement inclinée du côté d'amont, tandis que l'extrémité d'aval est ordinairement une pente rapide et figure ce que les marins désignent sous le nom d'accore du banc. C'est là que les sédiments sont déposés sur un plan incliné comme les sédiments des côtes fortement déclives. Ces couches inclinées, au milieu des couches horizontales, qu'on trouve quelquefois dans les étages géologiques se déposent toujours sur l'extrémité d'aval d'un banc.

Le sable fin, transporté avec plus de facilité par les courants, se dépose ordinairement dans les lieux où l'action de ceux-ci est moins violente, et y forme des couches horizontales. C'est ce sable qui se prolonge si loin sous les eaux, sur les côtes plates de l'Océan et de la Méditerranée, et qui se dépose sur les points moins agités, comme en dedans des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron, et dans une grande partie de la Manche. On le trouve dans tout l'intervalle compris entre les îles Malouines et la côte de Patagonie, et en dehors de toutes les côtes du Brésil, jusqu'à une grande distance au large.

Dunes. — Une partie de ces sables, jetés par la vague sur les côtes droites, peu inclinées et non bordées de falaises, est ensuite, lorsqu'ils sèchent dans l'intervalle des marées, transportée par les vents vers la terre et forme ces amas considérables de sable qu'on nomme *dunes*. Ces dunes couvrent quelquefois de grandes surfaces de côtes, comme on peut le voir sur quelques points du littoral de la France, notamment sur les côtes de la Vendée, en dehors des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron, sur la côte de la Tremblade (Charente-Inférieure), et sur toute la côte des départements de la Gironde et des Landes, depuis la Teste jusqu'à Bayonne. On les voit aussi sur les côtes du désert de Sahara en Afrique, sur les côtes de la Patagonie septentrionale, de la Plata, etc. Les dunes ont quelquefois une grande importance, et envahissent tellement les côtes, qu'elles forcent d'abandonner des villages, comme on l'a vu aux *Zéloux*, île de Noirmoutiers, à Saint-Palais, près de Royan (Charente-Inférieure). Il ne se forme de dunes que sur les points où le mouvement des eaux est assez violent, qu'il soit déterminé par les courants ou par la vague. Jamais, par exemple, il n'existe de dunes ni de cordon littoral sur les côtes tranquilles, quelle que soit leur nature. Les îles d'Oléron, de Ré et de Noirmoutiers en sont une preuve. Bordées de dunes du côté exposé à la lame du large, elles n'en ont point du côté opposé. Il faut toujours, pour qu'il existe des dunes sur une côte, d'abord qu'elle soit agitée, puis, que sa pente soit très-faible et prolongée au loin sous les eaux. Sans ces conditions, le sable n'en forme pas.

Les sédiments vaseux les plus fins, les plus légers, sont déposés au sein des mers tranquilles, dans les grandes profondeurs. Lorsque les courants agissent, il n'en est pas toujours ainsi. Une partie des sédiments fins sont sans doute encore transportés au-dessous des limites de leur action; mais une grande portion se dépose en même temps sur la côte, lorsque le permettent la tranquillité des eaux et la configuration du litto-

ral. Partout où la côte est constamment battue de la vague ou soumise à l'action immédiate des courants, elle n'offre jamais que des sédiments sablonneux, débarrassés de toutes les particules vaseuses, comme on peut le voir sur la côte extérieure des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron, et sur toutes les autres côtes du monde. Pour que les sédiments vaseux se déposent sur une côte maritime, au niveau des hautes marées, il est nécessaire qu'ils se trouvent garantis, soit constamment, soit momentanément, de l'action immédiate des courants et des vents, tout en étant dans le voisinage même de ceux-ci. En effet, dans les circonstances actuelles, il faut des courants pour apporter ces sédiments vaseux en suspension dans les eaux, où ils ne pourraient se former; et d'un autre côté, pour qu'ils restent sur le littoral, il faut des golfes profonds, abrités, des côtes garanties par des îles, où le manque d'agitation des eaux leur permette de se déposer.

La vérité de cette assertion est démontrée par l'étude des lieux. Tandis que les côtes extérieures de l'île de Noirmoutiers, de l'île de Ré, de l'île d'Oléron, constamment en butte à l'action de la vague et des courants, sont couvertes de sables bien lavés dans toutes leurs parties, les côtes intérieures de ces mêmes îles, garanties en même temps de la houle et des courants, forment annuellement des atterrissements considérables de sédiments vaseux, où sont établis des marais salants, les principaux revenus industriels de la contrée. Si nous avons les deux genres de dépôts sur le littoral des îles séparées à peine par une langue de terre, nous les retrouvons encore sur une multitude de points du continent, chaque fois que la côte forme un golfe profond. On en voit des exemples sur quelques parties de la Bretagne, à Beauvoir, dans la baie de Bourg-Neuf (Loire-Inférieure), sur la côte de Brouage (Charente-Inférieure); mais le point le plus remarquable, sous ce rapport, est le golfe de Luçon ou de l'Aiguillon, aux confins des départements de la Vendée et de la Charente-Inférieure.

Dans ce golfe tranquille, les dépôts vaseux sont si considérables, que tous les ans le continent s'accroît d'au moins une dizaine de mètres, sur toute la circonférence du golfe. Il en résulte que l'île de la Dive, jadis isolée, est maintenant à une grande distance dans les terres, et que le golfe tend à se combler entièrement. La seule rivière qui y débouche est la Sèvre. Lorsqu'on l'étudie, on voit que, par son peu de pente, elle apporte à peine des sédiments à la mer; d'ailleurs, l'analyse de ces dépôts vaseux du golfe (appelés *terre de Brie*), qu'a fait faire M. Fleuriau de Bellevue, a donné une proportion considérable de silice, tandis que le cours de la Sèvre et les côtes voisines du golfe ne sont bordés que de terrains calcaires. Il est, dès lors, démontré que ces dépôts vaseux ont été apportés par les courants et proviennent très-probablement de l'usure des côtes de Bretagne, que les courants apportent sur la côte de la Vendée.

La baie de San-Blas, et la Bahia-Blanca, sur les côtes de la Patagonie septentrionale; le golfe de Rio de Janeiro (Brésil); la baie de Mexillones, sur la côte de Bolivia; le fond des ports d'Alexandrie, de Brest, de Toulon, nous en offrent encore des exemples.

En résumé, nous voyons actuellement se former en même temps

1° Au-dessus du niveau des marées, des dunes de sable non stratifiées sur les côtes plates, agitées ou en butte aux courants;

2° Au niveau supérieur des marées, des couches horizontales de vase dans les golfes, sur les points abrités de la vague ou des courants; des sables ou des cordons littoraux de galets, sur les côtes agitées;

3° Au niveau du balancement des marées, des dépôts de vase en couches horizontales, sur les points très-tranquilles; des dépôts de sable fin, sur d'autres lieux légèrement agités; du gros sable, des cailloux, partout où la vague et les courants se font sentir avec force;

4° Enfin, au-dessous du balancement des marées, les sédiments forment des bancs de gros sable, dans les lits de courants, et ses dépôts sont d'autant plus fins que la tranquillité est plus grande, en descendant dans les profondeurs de l'Océan. Les bancs formés sous l'influence des courants offrent quelquefois des couches inclinées; les sédiments fins forment des couches horizontales.

§ III. — *Des perturbations naturelles dans les dépôts de sédiments.*

Nous appelons *perturbations naturelles*, tout ce qui, dans les causes physiques actuelles, peut interrompre momentanément l'ordre naturel des dépôts sédimentaires; comme les marées, les changements de vent, de courants, les tempêtes, les raz de marées, etc.

S'il n'y avait pas de perturbations, les dépôts sous-marins seraient toujours de même nature sur le même point; leur épaisseur deviendrait considérable, sans qu'ils présentassent de couches distinctes, et alors on ne pourrait définir la formation des couches alternes, si communes dans tous les étages géologiques; mais la nature actuelle vient encore nous expliquer comment, au milieu de dépôts de même âge, il peut y avoir des couches, des lits de différentes compositions et renfermant souvent les animaux distincts, comme on le voit dans les couches terrestres.

Lorsque les *marées ordinaires* amènent des courants contraires, comme sur la côte de Dieppe, dans la Manche, où les courants du flux vont au sud-est, tandis que les courants de reflux vont au nord-ouest; entre l'île d'Oléron et la terre ferme, où ils sont dirigés au sud à la mer montante, et au nord à la mer descendante, on conçoit déjà que les molécules transportées subissent une perturbation périodique susceptible d'influence

sur la nature des bancs qu'elles forment, en les divisant par de petits lits distincts et d'égale épaisseur. En effet, si les molécules sont charriées six heures de suite dans une direction, et six heures dans une autre, il peut arriver, de ces deux côtés opposés, des matières de nature différente qui concourent à former de petites couches distinctes uniformes. A l'instant où, périodiquement, le courant change de direction, il doit encore, entre ces couches apportées par des courants opposés, se marquer un instant de repos, ou une plus grande perturbation sensible sur la nature de ces mêmes couches.

Les *marées de syzygies*, seules qui, périodiquement, tous les quinze jours, descendent et montent beaucoup plus que les autres, remuent plus profondément les sédiments déposés dans la mer et sur le rivage. Leur action doit encore apporter une certaine différence dans la nature et l'épaisseur des couches, de manière à les diviser par lits plus puissants ou plus minces, mais également distants les uns des autres.

Les *changements de vent* ont encore une puissante action sur les dépôts sédimentaires, lors même qu'il fait beau temps. En 1846, les vents de l'est, du sud-est et du nord-est ont eu une plus longue durée que d'habitude. Le littoral de La Rochelle, qui en était abrité et se trouvait alors plus tranquille, a été couvert partout, sur les galets de la côte, sur les sables et même sur tous les parcs à huîtres des communes de Nieul, de Marsilly, etc., d'une épaisse couche de sédiments vaseux. Ces dépôts sont restés tout l'été, et n'ont été enlevés qu'au mois d'octobre, lorsque les premiers coups de vent sud-ouest sont venus laver la côte. Comme la houle suit la direction des vents, on conçoit combien elle doit remuer le sable et le transporter, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Si nous avons vu des vases se répandre partout sur les galets, sur les sables des côtes de la Charente-Inférieure, nous avons vu aussi, bien souvent, sur les mêmes côtes et partout ailleurs, une couche de sable recouvrir de la vase. On la reconnaissait facilement à ce qu'on enfonçait quand on voulait y marcher. Il n'est pas un habitant du littoral qui ne sache que tel banc de roche est recouvert de sable, lorsque le vent vient d'une région déterminée, tandis qu'il en est libre par un vent contraire. Les couches argileuses de Villers, les bancs de calcaires de Luc (Calvados), de Châtillon (Charente-Inférieure), de Vissant (Pas-de-Calais), qui, suivant les vents, sont ou non cachées par le sable, prouvent l'influence de cet agent sur le transport des sédiments. Les baigneurs parisiens en ont fait, en 1850, à Trouville, une expérience peu agréable, la plage, remarquable par son sable fin, ayant été dénudée par des vents d'est qui n'y ont laissé que des galets,

La côte de Valparaiso (Chili) offre un exemple curieux de l'effet sous-marin des vents. Le port est formé par le cap de *Caromillera*, qui le garantit des vents et des courants régnant toujours dans la direction du sud au nord. Alors, la rade de Valparaiso est tranquille ; son fond, par une assez grande profondeur, est formée de sédiments fins et les eaux y sont pures et limpides. Lorsque, vers le mois de mars, presque tous les ans, le vent tourne à l'ouest ou au nord-ouest, le port n'est plus abrité, la houle devient plus forte, remue le fond sur le mouillage ; l'eau est chargée de particules terreuses en mouvement, qui ne se déposent que lorsque le retour du vent vers le sud ramène la tranquillité. Nécessairement, pendant cette agitation, les coquilles et les sédiments les plus pesants restent au fond et se tassent; les autres molécules en mouvement ne se déposent que lorsque la période de repos recommence, se séparant alors en raison de leur densité. On conçoit que, suivant la longueur des intermittences entre les coups de vent, suivant la force du vent même, du mouvement qu'il imprime à l'élément aqueux, suivant enfin l'épaisseur des sédiments remués, il se forme, dans ces dépôts sous-marins, des lits alternatifs de coquilles et de sédiments plus fins, comme on le remarque si souvent dans les couches terrestres. Quand les coups de vent sont périodiques, et pour ainsi dire annuels, comme au Chili, aux Antilles et sur beaucoup d'autres points du monde, on concevra qu'il peut s'y former des couches successives, en quelque sorte d'égale épaisseur et se succédant régulièrement.

Des tempêtes. — Si, dans l'étude des causes naturelles de perturbation, nous voyons le changement de courant déterminé par la marée ou par le vent, produire des effets aussi marqués, nous pourrons juger de la valeur des perturbations apportées par un coup de vent, par une tempête ou par un raz de marée, qui remuent, avec plus de force et plus profondément, les sédiments déposés.

Dans une tempête, la somme des sédiments côtiers se trouve considérablement augmentée par la violence avec laquelle la vague frappe la côte ; ce qui suffirait pour apporter, dans les dépôts des couches sédimentaires, une différence appréciable ; mais il est une autre action plus forte produite par la tempête, et analogue à ce qui a été observé à Valparaiso par le seul effet d'un changement de direction dans les vents régnants. Si, dans les temps calmes, la teinte sale de la mer que détermine la limite du mouvement des eaux, occupe, par exemple, un demi-kilomètre, on est étonné de la voir, pendant une tempête, quadrupler de largeur. Ce fait démontre que tous les sédiments sont alors remués d'une manière extraordinaire ; et la force d'action est telle, au niveau de la marée, qu'elle démolit les constructions les plus solides que l'homme puisse lui opposer. Alors la perturbation sous-marine diffère suivant la direction des vents ; néanmoins, son effet général est de remuer les sédiments à une profondeur proportionnée à son intensité. Dès que l'agi-

tation se ralentit, les sédiments les plus pesants restent en place ; les autres se déposent après, suivant leur pesanteur, jusqu'à ce que les phénomènes naturels reprennent leur cours. Il se fait encore un changement à cet instant ; les courants propres à la côte enlèvent ce que la tempête avait placé sur leur passage, et les sédiments vont reprendre la place qu'ils occupent ordinairement dans la période de repos.

Résumé. — Les perturbations naturelles, qu'elles soient occasionnées par les marais, par les changements de courants, par les coups de vent ou par les tempêtes, tendent, comme on le voit, à interrompre l'ordre régulier des dépôts de sédiments et à les diviser par couches distinctes ; à placer, par exemple, des sables sur les sédiments vaseux ou des sédiments vaseux sur les sables, à les diviser par lits, en changeant la nature minéralogique alternative des couches qui se succèdent. Ce résultat est très-important ; car il nous explique ce caractère des lits séparés, si marqué dans les couches sédimentaires de tous les âges géologiques ; et nous prouve, par la superposition de ces couches, par leur nature, par leurs lits, qu'elles se sont déposées en des circonstances absolument identiques aux *circonstances naturelles*, qui président aujourd'hui à la formation des couches sédimentaires actuelles.

§ IV. — *De la distribution des animaux morts dans les couches sédimentaires marines.*

Maintenant que nous avons cherché à définir la manière dont se forment et se déposent dans la mer les sédiments actuels, nous allons chercher également, suivant leur nature et leur densité, ce que deviennent les corps organisés, dans les diverses circonstances signalées. *A priori*, l'on doit croire qu'ils se déposent en des lieux différents ; et, pour le prouver, nous n'avons qu'à étudier les *animaux flottants* séparément des animaux ou des parties animales qui ne flottent pas.

Des animaux flottants. — Tous les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons qui meurent dans la mer, certains mollusques, tels que les céphalopodes, les aplysies et autres, dont la masse charnue est plus volumineuse et plus pesante que leur coquille, ainsi que les animaux de même nature transportés par les fleuves, sont destinés à flotter. En effet, dès l'instant que la décomposition organique se manifeste, il se dégage des gaz qui gonflent toutes leurs parties, les rendent plus légers, et les font remonter à la surface des eaux. Tout le monde connaît cette circonstance sur laquelle nous croyons inutile d'insister.

D'autres parties organiques des êtres, comme la coquille remplie de loges aériennes des *nautilus*, des *spirula* et de la seiche (*sepia*), ne peuvent, même lorsqu'elles sont séparées de l'animal, faire autrement que de flotter, puisque les loges ou les divisions dont elles sont formées, n'ont pas de communication entre elles et que toutes sont remplies d'air.

On peut se demander où ces corps, tant qu'ils flotteront, pourront se déposer ? Descendront-ils, comme on l'a cru quelquefois, jusqu'au fond des mers ? Non ; leur nature flottante s'y oppose de toutes les manières ; ils seront donc infailliblement jetés sur le rivage. Il résulte de ce fait actuel qu'on peut vérifier tous les jours sur le littoral, que les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons *entiers*, ainsi que les coquilles flottantes des céphalopodes, n'ont pu, dans aucune circonstance, se déposer en pleine mer, et qu'elles ont dû nécessairement, lorsqu'elles flottaient encore, être jetées sur le littoral et seulement au niveau des hautes mers.

Les animaux entiers, *s'ils sont poussés sur une côte rocailleuse*, se désorganisent promptement par l'action de la vague. Les parties charnues sont séparées des parties osseuses, et ces différentes parties rentrent, suivant leur densité, dans les sédiments de diverses natures.

S'ils sont jetés sur une côte sablonneuse, ils se conservent quelquefois avec les diverses parties du squelette peu éloignées les unes des autres, si toutefois ces dernières sont recouvertes tout de suite par d'autres sédiments, tandis que, le plus souvent, les parties se séparent et viennent encore former des sédiments qui se dispersent, d'après leur nature.

Si les animaux entiers sont, au contraire, *portés par les courants vers un golfe tranquille*, comme celui de l'Aiguillon, par exemple, ils se déposent sur des sédiments fins qui les enveloppent avant que les os ne soient dispersés, et dès lors, non-seulement ils restent avec toutes leurs parties osseuses placées dans leurs rapports réciproques, mais encore ils peuvent, quelquefois, laisser l'empreinte des parties charnues

On a obtenu, dans ce même golfe, la preuve que les corps, en apparence les plus fugaces et de la décomposition la plus prompte, pourraient encore imprimer des traces de leur existence sur les sédiments fins des plages tranquilles et vaseuses. En été, un grand nombre d'acalèphes des genres *cyanea* et *rhizostoma* sont jetés sur les côtes. Ceux qui entrent dans ce golfe, avec les dernières très-hautes marées d'une époque de syzygies ou d'équinoxe, sont abandonnés sur la vase molle, où leur pesanteur spécifique imprime sa place et forme une empreinte. Si la marée, pendant les mortes eaux, n'atteint pas le lieu où l'acalèphe est déposé, il se décompose d'abord, se fond entièrement, en laissant, en creux sur la vase, l'empreinte bien distincte de toutes ses parties. Pendant douze, quelquefois vingt-quatre jours d'intervalle et même beaucoup plus, la marée suivante n'est pas aussi forte que la première ; et si elle n'est pas poussée par le vent, la vase exposée à l'air se dessèche au soleil, en conservant

toutes les empreintes de sa surface, comme les pas des animaux riverains, les acalèphes ou tout autre objet. Lorsque la marée couvre enfin ces plages de vase, en apportant de nouveaux sédiments, elle passe à la surface durcie, sans détruire les empreintes, et revêt le tout d'une nouvelle couche ; mais, comme les points en creux sont disposés de manière à recevoir les sédiments les plus lourds, ils sont presque toujours remplis de parties sableuses des plus fines, tandis que les derniers sédiments laissés sur le rivage sont ordinairement les plus légers; ce qui forme des couches en plaquettes. Il résulte évidemment de ce mode de dépôt que, si les plages vaseuses de l'Aiguillon devenaient fossiles, elles pourraient conserver, entre les couches, non-seulement les animaux entiers de toutes les natures, tels que mammifères, oiseaux, reptiles, poissons, crustacés, insectes, mollusques, les empreintes des animaux gélatineux, tels que les acalèphes, mais encore les empreintes physiologiques des pas d'animaux qui y ont marché, et même jusqu'aux fortes gouttes de pluie, dont nous avons souvent observé les traces sur la vase sèche. On voit que cette plage tranquille nous explique, à la fois, le mode de conservation des parties animales les plus faciles à se décomposer, et nous indique comment ont pu se conserver, jusqu'à nos jours, les empreintes *physiologiques* et les empreintes *physiques* qui ont tant étonné les géologues, lorsqu'ils les ont découvertes dans les couches terrestres.

Pour les *coquilles flottantes*, comme les *nautilus*, les *spirula*, les *sepia*, elles ont beaucoup plus de chances de conservation. En effet, connaissant la fragilité de la coquille de la *spirula*, on a été très-étonné d'en trouver un nombre considérable d'entières et de brisées, jetées pêle-mêle sur les cailloux de la plage agitée de l'île de Ténériffe. Ce fait actuel, appliqué aux coquilles des nombreux céphalopodes renfermés dans les couches terrestres, nous prouve qu'elles ont pu se conserver sur toute espèce de rivage. On conçoit, cependant, qu'elles doivent être d'autant plus intactes qu'elles ont été déposées sur des côtes formées de sédiments plus fins, moins agités ; et les plages vaseuses sont encore les plus propres à cette conservation, ce qu'on remarque, en effet, dans les couches sédimentaires du globe. Ce fait actuel peut donner la certitude que les coquilles flottantes des céphalopodes n'ont pu se déposer en grand nombre dans les couches que sur le littoral, au niveau des hautes marées. C'est peut-être un des plus importants dans son application; car il pourra nous donner les moyens de retrouver, dans ces couches, les anciennes lignes littorales de toutes les époques géologiques qui se sont succédé depuis la première animalisation de la surface terrestre.

Il est pourtant des circonstances où les coquilles flottantes peuvent perdre leur propriété ; c'est lorsque, par exemple, formé de parties calcaires et cornées, le siphon qui traverse toutes les loges aériennes, s'altère, par le séjour prolongé dans les eaux, de manière à y laisser pénétrer l'élément aqueux. Une fracture occasionnée par un choc peut produire le même effet ; mais alors on ne trouvera que de rares coquilles isolées, et jamais on n'en rencontrera sur le même point un nombre considérable.

Si une coquille a cessé de flotter, lorsque l'air s'échappe de ses loges, on conçoit qu'il en sera de même pour l'animal flottant. En effet, pendant la durée de la putréfaction, s'il n'est pas jeté sur quelque côte, ce qui suppose une mer dépourvue de vents, et qu'il ait, au sein des eaux, le temps de se désorganiser, soit par les morsures des autres animaux voraces qui peuvent l'entamer, soit par le seul fait de la désorganisation, les diverses parties se séparent et tombent les unes après les autres où elles se trouvent; c'est-à-dire près ou loin des côtes, ces circonstances suffisent pour expliquer la présence des coquilles flottantes isolées et des quelques ossements d'animaux vertébrés, dans les sédiments déposés au fond des mers ; mais alors il doit être presque impossible qu'un animal s'y trouve entier ; tandis que tout porte à croire que les parties osseuses y tombent séparées les unes des autres.

Des animaux non flottants. — Nous avons dit que les animaux flottants, lorsqu'ils sont décomposés, se désorganisent et que leurs parties séparées subissent le même mode de répartition que les sédiments ordinaires. Voyons maintenant ce que deviennent les animaux qui ne flottent jamais, lors même qu'ils sont entiers. De ce nombre sont presque tous les crustacés, les échinodermes, et sans exception, tous les mollusques à coquille et les polypiers.

Dans les phénomènes actuels, il est des circonstances où, sans le concours d'aucune perturbation, des animaux peuvent être enveloppés de sédiments, dans leur position normale d'existence. Les coquilles bivalves qui vivent profondément enfoncées, sans pouvoir changer de lieu, comme les *solen*, les *lavignons*, les *mya*, sont dans ce cas. Si elles *meurent de vieillesse* en place, et que les sédiments ne soient pas remués, elles y restent enfouies et peuvent devenir fossiles dans cette position. C'est, en effet, ce qu'on a vu au-dessus de Marans, près de l'île d'Elle (Vendée), lorsqu'on a creusé, en 1837, un nouveau lit à la rivière de Vendée. Bien que ce point soit aujourd'hui à plus de seize kilomètres de la mer, il nous a montré, dans la tranchée un nombre considérable de *lavignons*, dans leur position normale, tels qu'ils vivent sur le littoral voisin, dans le golfe d'Aiguillon. On peut reconnaître les coquilles en place, enveloppées de cette manière, à leur position respective dans les couches. D'abord elles sont presque toutes de même taille ; et, comme elles meurent les unes après les autres, dans les sédiments qui s'augmentent toujours, elles y sont disséminées à diverses hauteurs, ainsi qu'on le

voit souvent pour certaines *pholadomya*, dans les couches fossilifères.

Les coquilles bivalves peuvent être enveloppées dans des sédiments, et périr fortuitement dans leur position normale, par la seule perturbation qu'apportent une tempête, un coup de vent, ou seulement la durée du vent, dans une seule direction. On observe plusieurs exemples de ce genre sur le littoral de la France.

Un coup de vent avait, depuis plusieurs années, couvert d'une couche épaisse de sédiments tout l'intervalle compris entre le rocher du Cob et le village du Viel, île de Noirmoutiers (Vendée), et anéanti simultanément toutes les nombreuses huîtres, les solens et les autres coquillages de cette côte, que les habitants avaient coutume d'y trouver. Le même agent devait nous le dévoiler. En effet, dans un gros temps, les vents enlevèrent de nouveau les sédiments; et alors, nous observâmes, au même niveau, dans leur position normale verticale, un nombre considérable de solens et d'autres bivalves, dont la coquille venait saillir à la surface du sol.

Les animaux non flottants sont souvent enlevés de leur habitation ordinaire par les perturbations naturelles, comme les coups de vent, les tempêtes. Les coquilles et les crustacés, blessés par le choc de la lame, sont alors enlevés des rochers et transportés au loin. Alors aussi, les coquilles enfoncées dans le sable, dans la vase, telles que les bivalves (*venus*, *tellina*, etc.), les *natica* et autres gastéropodes des sables, sont ramenés à la surface et poussés avec violence sur la côte, ou forment des amas, entre les bancs de sable. Les animaux qui ne sont pas trop blessés tâchent, lorsque le mouvement cesse, de regagner leur élément naturel; mais le plus grand nombre des corps sous-marins enlevés de cette manière périssent et subissent, en raison de leur pesanteur, les mêmes lois de distribution que les sédiments.

Les coquilles lourdes, les coraux, qu'ils soient entraînés par les courants, ou poussés par la vague, suivent la même répartition que les cailloux; ils sont rarement transportes au large, et restent plus particulièrement soit près des rivages, soit sur le lieu où ils ont vécu. Lorsqu'ils sont jetés à la côte, ils subissent la même usure que les cailloux, et se trouvent pêle-mêle avec les cailloux et les ossements, sans former de lits horizontaux bien marqués.

Les coquilles plus légères, les coraux de petite dimension, suivent les sédiments de même pesanteur, et vont généralement former des bancs avec les sables, ou sont jetés sur la côte. Ils se conservent d'autant mieux qu'ils sont moins roulés, ou qu'ils sont plus promptement soustraits à l'action désorganisatrice de l'air et de l'eau. Les coquilles exposées à l'air sur le rivage, se décomposent assez promptement; leur couleur, leur épiderme disparaissent; elles perdent ensuite des couches de leur test, et finissent par se détruire entièrement, dans un laps de temps assez court. Celles qui restent exposées à l'action de l'eau s'anéantissent encore, même sans subir de frottement. Il n'y a que les coquilles enveloppées de sédiments qui se conservent actuellement, comme se sont conservés, dans les temps passés, les êtres de toutes les époques géologiques.

Les animaux, ou leurs restes solides les plus légers, sont aussi transportés avec les sédiments de même densité. Ils vont se déposer dans les profondeurs des mers, sur les fonds tranquilles et sur les côtes des golfes. Dans les profondeurs des mers, ils seront à l'abri des causes naturelles fortuites; sur les fonds tranquilles, ils pourront, quelle que soit leur fragilité, se conserver intacts pour l'avenir, comme nous l'avons vu pour les animaux flottants, jetés dans un golfe couvert de sédiments.

Comme les coquilles et les coraux sont, en général, un peu plus lourds que le sable, ou tout au moins d'un volume différent, transportés par les courants, ils forment, le plus souvent, ces bancs sous-marins, si connus des navigateurs et des ingénieurs hydrographes, et qui couvrent les côtes de presque tous les atterrages du monde. Les coquilles sont alors placées par les eaux dans la position la plus favorable à l'équilibre de l'ensemble, ce qui fait distinguer, dans les couches fossiles, ces bancs sous-marins des lits de coquilles jetés sur la côte, par la vague, où règne le plus grand désordre.

Les perturbations naturelles tendent également, comme nous l'avons vu, à les séparer par assises, par lits horizontaux distincts, en les laissant au-dessous des sédiments plus légers; ainsi, toute espèce de mouvement sous-marin occasionné, soit par les courants, soit par les perturbations naturelles, tend toujours à séparer les corps suivant leur nature, comme on le voit si souvent dans les couches terrestres.

Il est cependant deux circonstances où les corps organisés et les coquilles de toute dimension, pourront se trouver ensemble l'une déterminée par le mouvement, l'autre produite par la tranquillité des eaux.

Le *mouvement des eaux* amène à la fois, sur toutes les côtes, des animaux et leurs restes solides, quelles que soient d'ailleurs leurs dimensions. En effet, les ossements d'un mammifère se trouvent près des plus grosses coquilles, ou entourés des coquilles les plus légères, ainsi qu'on peut l'observer au niveau de la vague, sur les côtes de toutes les natures, de galets, de sable et même de sédiments vaseux. Aux parties usées et roulées par les eaux, et à l'espèce de désordre qui règne parmi cet assemblage, relativement à la position respective des corps, par rapport à leur forme, on peut de suite reconnaître qu'ils ont été poussés par une force active qui les a placés, souvent dans une position contraire à l'équilibre des parties; et ce caractère fera toujours distinguer une

côte sous l'action de la vague, du fond d'une mer tranquille, où les êtres prennent invariablement la position que leur assigne rigoureusement l'équilibre de l'ensemble, à moins qu'ils ne restent dans leur position normale d'existence.

La *tranquillité des eaux*, avons-nous dit, peut également laisser, près les uns des autres, des restes organisés de grande dimension, et les parties les plus légères. Voici dans quelles circonstances. Quand une grosse coquille d'un poids déterminé vit sur des sédiments assez fins et y meurt, si l'action du courant, assez forte sur ce point, pour transporter des sédiments fins, ne l'est pas assez pour déplacer la coquille, elle restera nécessairement au milieu des corps organisés les plus petits. La réunion sera d'autant plus variée et d'autant plus disparate, que la tranquillité est plus grande; car alors, tous les animaux non susceptibles de flotter par la putréfaction, tels que les crustacés, les oursins, les astéries même, demeureront sur la place où ils sont morts, et se conserveront intacts, comme on le voit, par exemple, dans la craie blanche de Paris; mais en ce cas, tous ces corps seront non roulés, et dans une position relative à l'équilibre de leurs formes respectives, ou dans leur position normale d'existence.

En nous résumant sur la manière dont les animaux entiers, ou les diverses parties d'un animal mort, ont pu se soustraire à l'action désorganisatrice des agents extérieurs, nous verrons que leur conservation dépend essentiellement, et dans toutes les circonstances, des milieux qui les environnent, à l'instant où ils cessent d'exister. Les eaux servant de conducteur pour le transport des sédiments, sont les milieux les plus favorables; aussi trouve-t-on que la presque totalité des corps organisés fossiles se sont conservés sous l'action immédiate de cet important agent, et qu'ils sont renfermés au sein des couches géologiques, dans les roches sédimentaires. Nous verrons encore que, suivant leur nature flottante ou non flottante, suivant leur mode de conservation, ils peuvent, dans les couches géologiques, faire parfaitement reconnaître sous quelles influences ils ont dû se déposer sur le littoral, au niveau et au-dessous des marées, ou dans les profondeurs des mers.

§ V. — *De la répartition geographique et isotherme des êtres marins.*

Après avoir étudié la répartition, dans es mers, des êtres inanimés, morts, qui, comme des corps inertes, vont où les poussent les divers agents, voyons ce que les habitudes, la manière de vivre des animaux marins pourront nous offrir de particulier et de spécial, d'après leur milieu d'existence, leurs nécessités vitales, etc.

L'étude de la distribution géographique des animaux est d'une immense importance en paléontologie, puisque, procédant du connu à l'inconnu, elle est destinée à nous révéler, par les lois qui président aujourd'hui, à la distribution géographique et isotherme des êtres vivants, ce qui s'est manifesté aux diverses époques de l'animalisation de notre globe. C'est, en effet, dans cette distribution géographique, que la paleontologie générale doit puiser des renseignements sur les conditions d'existence des espèces perdues. Sans cette connaissance préalable, toutes les comparaisons qu'on pourrait faire, toutes les déductions qu'on pourrait tirer, n'étant pas appuyées sur des faits positifs, incontestables, l'édifice pécherait par la base et croulerait infailliblement. Des recherches positives à cet égard peuvent seules expliquer la formation, surtout des couches des terrains tertiaires. On a sans doute écrit beaucoup de théories sur les dépôts tertiaires les plus rapprochés de nous, et dès lors dans les conditions actuelles; mais si l'on veut arriver à des solutions réellement satisfaisantes, la marche positive de la science exige qu'on remplace des suppositions, souvent hasardées, par le résultat de l'observation immédiate.

Comme les animaux marins ont des habitudes très-différentes, qui influent sur leur mode de distribution, nous les diviserons en deux séries, selon qu'ils vivent seulement au milieu des mers, et sont *pélagiens;* ou qu'ils restent sur le littoral, et sont essentiellement *côtiers*.

Nous avons appelé *animaux pélagiens*, tous ceux que leurs habitudes retiennent constamment au large, dans les océans, et qui ne s'approchent des côtes que par des causes fortuites. De ce nombre sont beaucoup de poissons, de mollusques céphalopodes et et ptéropodes. Les études spéciales qui ont été faites à leur égard ont démontré que, malgré le nombre des espèces qui passent indifféremment d'un océan à l'autre, plus des deux tiers du nombre des espèces de chaque océan lui sont spéciales. Ces nombres prouvent que des limites fixes d'habitation existent encore pour des animaux que leur puissance de locomotion, leurs mœurs pélagiennes devraient répartir à la fois au sein de toutes les mers, si le cap Horn d'un côté, le cap de Bonne-Espérance de l'autre, n'étaient pas dans une position méridionale, tout à fait en dehors de la zone torride qu'habitent presque toutes les espèces, et ne leur opposaient des barrières infranchissables.

Pour arriver à reconnaître si la température influe sur la répartition des céphalopodes connus, on les a divisés en trois zones: pour la *zone chaude* 78 espèces pour la *zone tempérée* 35, et pour la *zone froide* 7. Cette différence dans les résultats a prouvé que l'unité de température est, plus que les autres agents, la véritable base de la distribution géographique des animaux des hautes mers. On peut ajouter qu'on les trouve d'autant plus variés dans leurs formes, d'autant plus nombreux en espèces, qu'on s'approche davantage des régions chaudes.

Ce qui précède démontre que chaque mer et chaque région de température des

mers peut avoir ses espèces particulières, et dès lors influer sur la nature actuelle des espèces qui s'y déposent. En effet, les céphalopodes, les ptéropodes qui meurent au sein des eaux, et dont les restes tombent dans la mer, doivent nécessairement, suivant cette répartition, donner en même temps, dans chaque mer ou dans chaque région des mers, un ensemble d'espèces différentes et qu'on pourrait regarder, pour les faunes perdues de l'époque tertiaire, comme appartenant à une époque géologique distincte.

Les *animaux côtiers* sont, pour nous, ceux qui vivent constamment sur le littoral, et que leurs habitudes attachent plus particulièrement au sol sous-marin, quelle qu'en soit la nature. Néanmoins les animaux côtiers ne vivent pas indifféremment partout; et les recherches qui ont été faites pour découvrir les lois qui président à leur distribution sur les côtes ont prouvé que quatre genres d'influences agissent simultanément ou séparément sur cette répartition : les *courants*, la *température*, la *configuration*, la *nature des côtes*, et le *niveau de profondeur spécial à l'habitation de chaque espèce*. Nous examinerons chacune de ces influences en particulier.

Les *courants*. — On a beaucoup exagéré l'importance des courants dans les causes géologiques, en leur attribuant des effets qu'ils n'ont pas, et qu'ils ne peuvent avoir. On a supposé, par exemple, que si l'isthme de Panama se rompait, des courants pourraient amener sur nos côtes des animaux marins de l'Amérique. Si l'isthme de Panama se rompait, qu'arriverait-il? Les animaux pélagiens et quelques animaux côtiers des deux mers se mélangeraient, sur le littoral voisin, sous l'action de ce nouvel agent, et constitueraient une faune complexe; mais la grande quantité d'espèces identiques prouverait toujours leur contemporanéité, sans amener d'autre changement. En supposant même que ce courant portât directement de l'Amérique sur l'Europe, il ne pourrait tout au plus charrier que des restes flottants non décomposables dans l'eau, tels que les bois et les graines; car, pour qu'il pût entraîner des êtres sous-marins, tels que des coquilles non flottantes, il faudrait que toute la profondeur des mers comprise dans l'intervalle fût comblée et nivelée, sans cela les sédiments transportés resteraient en route et s'arrêteraient où la profondeur de l'action des courants cesse de se faire sentir. Comme on le voit sur nos côtes, les courants n'ont d'action que sur le littoral, et seulement dans leurs parties les moins profondes. Cette action ne peut, en aucune manière, avoir d'influence d'un continent à l'autre, lorsqu'une mer profonde les sépare.

Dans les circonstances actuelles, quelle que soit la force des courants, la profondeur d'une mer est, pour les animaux côtiers, une barrière aussi infranchissable que les grandes lignes continentales. L'action passive de ces profondeurs est de séparer, de cantonner les êtres marins des côtes, et d'en former des faunes distinctes et pourtant contemporaines. La faune marine tropicale des côtes d'Afrique diffère autant de la faune des côtes de l'Amérique, placée sous la même température, que les deux faunes côtières de l'Amérique Méridionale propres au Grand Océan et à l'Océan Atlantique, que sépare tout le continent américain. La faune des îles Gallopagos diffère entièrement de la faune du continent américain voisin. La faune des îles Sandwich et des autres îles océaniennes est également particulière.

On ne trouve généralement les mêmes êtres que lorsqu'il y a identité de température, et une côte non interrompue sur laquelle ils ont pu se propager au loin. Plus on avance dans les recherches géographiques comparées et positives, et plus cette loi vient se confirmer. Nous insistons sur ce fait qui peut recevoir une application importante en paléontologie.

Il se passe, néanmoins, sur toutes les côtes très-étendues en latitude, des phénomènes déterminés par les courants : nous allons chercher à les définir.

En retraçant ici les résultats obtenus sur une large échelle par des recherches relatives aux mollusques côtiers de l'Amérique Méridionale, nous dirons que, d'après la carte du *Mouvement des eaux à la surface de la mer*, que M. Duperrey a publiée en 1831, on reconnaît qu'un immense courant, parti des régions polaires du Grand Océan comprises entre le 135e et le 165e degré de longitude occidentale, et se dirigeant au sud-est, vient se heurter contre le littoral de l'Amérique Méridionale, à la hauteur de l'archipel de Chiloé, où il se sépare en deux bras. Le plus considérable suit, du sud au nord, le littoral de l'Amérique jusqu'à quelques degrés au sud de l'équateur, où il tourne à l'ouest, dans la direction des îles de la Société. Le second bras suit, au contraire, vers le sud; une petite partie passe à l'est, par le détroit de Magellan; l'autre bras, dirigé de l'ouest à l'est, va doubler le cap Horn, d'où il se divise encore. Un bras se rend aux îles Malouines, tandis que l'autre, en faisant des remous, rejoint les eaux qui ont passé par le détroit de Magellan, pour suivre au nord le littoral de la Patagonie, de la Plata et du Brésil. On voit donc que les courants généraux se heurtent et se séparent sur les régions froides de l'extrémité méridionale de l'Amérique, et longent parallèlement, en marchant vers le nord, les deux côtes de ce continent.

Par leur action continuelle dans une même direction, les courants généraux tendent à répandre, sur tous les points du littoral où ils passent, les animaux côtiers qui peuvent supporter une grande différence de température. Ils peuvent aussi, en transportant des eaux froides vers des points où la zône de latitude devait donner une température élevée, changer tout à fait la nature des faunes. Le *siphonaria Lessonii*,

qui suit, en effet, à la fois, les deux côtes de l'Amérique, depuis leur point de départ, sur toute l'extension des courants, en est une preuve. Dans l'Océan Atlantique, huit espèces suivent les courants généraux des côtes de la Patagonie jusqu'aux Antilles, où, sur l'immense étendue de soixante-dix degrés en latitude, neuf en parcourent seulement vingt, de la Patagonie aux limites tropicales. Dans le Grand Océan, dix-neuf espèces habitent, sous cette influence, vingt-deux degrés en latitude, en traversant plusieurs zones de chaleur différente, tandis qu'elles cessent d'exister aux dernières limites septentrionales de ces mêmes courants, comme on le voit pour la faune du Callao.

Une preuve incontestable de cette action des courants se trouve dans la limite d'habitation des êtres côtiers qu'ils transportent, par rapport à la latitude. Les courants de l'Océan Atlantique perdent, au 34e degré, leur force continuelle ; aussi la faune tropicale commence-t-elle à paraître au 23e degré, et la faune des régions tempérées ne montre plus, au delà, que quelques espèces plus indifférentes à la température.

Les courants du Grand Océan conservent, au contraire, la même force jusqu'au delà du 12e degré de latitude, en portant avec violence, du sud au nord, des eaux froides sur tout leur passage. Il en résulte que les espèces de mollusques côtiers des régions tempérées y sont transportées jusqu'à douze degrés en dedans du tropique du Capricorne, comme on le voit au Callao, port de Lima. On doit donc attribuer aux courants généraux cette influence d'inégale valeur qui entraînent les mollusques côtiers des régions froides et tempérées, d'un côté, jusqu'à neuf degrés seulement en dedans des tropiques, et de l'autre jusqu'à la fin de la zone équatoriale de l'hémisphère opposé.

Si l'action incessante des courants a, le plus souvent, pour effet d'étendre les limites des faunes côtières, il lui est, au contraire, quelquefois réservé de les limiter.

On doit, par exemple, à l'action combinée des courants et de la température, la séparation de toutes les espèces des deux faunes parallèles de l'Amérique méridionale, l'une propre au Grand Océan, l'autre à l'Océan Atlantique. Ce sont évidemment ces courants glacés du Grand Océan, venant du pôle et contournant l'extrémité du cap Horn, qui, en passant dans l'Océan Atlantique, séparent nettement les deux faunes américaines si distinctes.

Le fait le plus important est, sans contredit, celui qui a été observé entre le Callao et Peyta (Pérou). En effet, tant que les courants généraux suivent, du sud au nord, les côtes du Grand Océan, ils refroidissent tellement les eaux qui les baignent, que les mollusques des régions froides et tempérées sont portés jusqu'à neuf degrés en dedans du tropique du capricorne; mais dans les parages compris entre le Callao et Peyta, à l'instant où les courants tournent brusquement à l'ouest et abandonnent les côtes américaines, la température reprend immédiatement son influence, et l'on trouve tout de suite une faune tout à fait différente, propre aux régions chaudes.

En résumant ces résultats opposés les uns aux autres, on voit que si, par la continuité de leur action, les courants tendent à répandre les mollusques côtiers en dehors de leurs limites naturelles de latitude, ainsi qu'on le voit sur les deux côtes de l'Amérique méridionale, lorsqu'ils doublent un cap avancé vers le pôle, comme le cap Horn, ou encore, lorsqu'ils abandonnent brusquement les côtes, dans des régions chaudes, comme ils le font au nord du Callao, on leur doit, au contraire, l'isolement et le cantonnement des faunes locales.

De la température. — Les observations sur les mollusques côtiers de l'Amérique méridionale ont prouvé, de plus, que la pointe très-prononcée vers le pôle qui, sur ce continent, sépare nettement l'Océan Atlantique du Grand Océan, sert de barrière naturelle de température entre les faunes de mollusques côtiers propres à chacun d'eux. On voit, par exemple, que sur *six cent vingt-huit* espèces de mollusques côtiers de l'Amérique méridionale, une seule est commune aux deux Océans, tandis que toutes les autres sont, au contraire, spéciales soit au Grand Océan, soit à l'Océan Atlantique. Néanmoins ces résultats inattendus se compliquent évidemment des influences dues aux courants généraux; car la température n'aurait pas, à elle seule, une aussi puissante action. En effet, le plus ordinairement, ces deux causes se contrarient ; mais dans cette circonstance, par une exception remarquable, elles agissent simultanément aux régions les plus méridionales, en séparant plus nettement encore les faunes côtières des deux Océans.

Si, dans quelques cas, les courants généraux tendent à répandre les êtres côtiers sur tout leur cours, la température, au contraire, cantonne les espèces dans des limites plus ou moins restreintes suivant les variations de température qu'elles peuvent supporter.

On en a la preuve par le nombre des mollusques propres aux différents points de la côte des deux Océans soumis à l'action incessante des courants, et plus positivement encore par le nombre élevé des espèces propres aux deux points extrêmes de la distance baignée par les courants, puisque, dans le Grand Océan, les espèces propres aux régions tempérées sont le double, et que les espèces des régions chaudes sont près de la moitié des espèces voyageuses; que, dans l'Océan Atlantique, les espèces propres aux régions tempérées et chaudes sont quatre fois plus nombreuses que les espèces communes aux deux régions à la fois.

Le plus remarquable enfin, se trouve surtout dans la différence subite qu'on remarque entre la composition des faunes

locales de Peyta, et de celles des parties situées au Sud. En effet, dès que l'action incessante des courants ne se fait plus sentir, la température reprend aussitôt toute son influence, et l'on voit paraître une faune différente et spéciale aux régions chaudes.

En nous résumant, les faits nombreux qui précèdent montrent que, malgré l'action directe des courants l'action passive de la chaleur se manifeste partout d'une manière très-marquée, par le cantonnement des espèces entre des limites de latitude plus ou moins restreintes, des deux côtés de l'Amérique méridionale.

La configuration d'un littoral n'agit pas moins puissamment. Tout le monde a remarqué cette pointe étroite qui, s'avançant de la zone torride vers le pôle, jusqu'au 55e degré de latitude sud, sépare l'Océan Atlantique du Grand Océan, en traçant, entre l'une et l'autre mer, une limite des mieux marquées. Tout le monde a pu remarquer encore cette chaîne imposante des Cordillères, qui court, du sud au nord, parallèlement au littoral du Grand Océan, et présente, sur les côtes de son versant, occidental, les pentes les plus abruptes, tandis que son versant oriental s'abaisse lentement vers l'Océan Atlantique, et forme, sur toutes les régions méridionales, des côtes basses étendues au loin dans la mer.

On a déjà vu le résultat de la forme du continent, sur la séparation des deux faunes distinctes. Nous allons maintenant déduire les effets généraux de la seule configuration orographique.

Le rapport du nombre des genres speciaux ou communs aux deux mers démontre cette influence, puisque la moitié de l'ensemble ne se trouve que dans l'un des Océans.

Genres qui se trouvent des deux côtés de l'Amérique à la fois	55	110
Genres qui se trouvent d'un seul côté. .	55	
Sur ce nombre		
Genres existant sur la côte americaine du Grand Océan	89	110
Genres qui manquent dans le Grand Océan et qui se trouvent de l'autre côté	21	
Genres existant sur la côte américaine de l'Océan Atlantique	76	110
Genres qui manquent dans l'Océan Atlantique et se trouvent de l'autre côté . .	34	

Il est facile de se convaincre, par l'étude des mœurs des mollusques, que les genres qui dominent dans le Grand Océan vivent principalement sur les rochers, tandis que ceux de l'Océan Atlantique, qui manquent au versant occidental, habitent seulement les fonds de sable ou de sable vaseux. Il est, dès lors, certain que la différence de configuration orographique du littoral des deux Océans qui baignent l'Amérique méridionale, exerce, par les conditions d'existence plus ou moins favorables qu'elle offre aux mollusques côtiers, suivant leurs genres, une immense influence sur la composition zoologique des faunes qui les habitent.

Résumé.— Avant de terminer l'exposé des résultats généraux, nous dirons que, de l'ensemble des trois genres d'influences combinées, les courants, la température et la configuration des côtes, on peut conclure avec certitude que tout en dépendant de ces trois ordres de faits, les lois qui président à la distribution géographique des mollusques côtiers, peuvent se réduire à deux actions contraires :

1° L'une, celle des courants qui dans certaines circonstances, tendent à répandre partout où ils passent sur une même côte, les espèces indifférentes à la température.

2° L'autre, plus générale, dépendant encore des courants, de la température et de la configuration orographique qui tendent, au contraire, à restreindre ou à cantonner les êtres entre des limites plus ou moins larges, bien que sur la côte d'un même continent.

L'étude de tous les faits généraux que nous venons de déduire de la distribution géographique des mollusques côtiers, nous amène naturellement aux conclusions suivantes immédiatement applicables aux faunes paléontologiques des terrains tertiaires, mais des terrains tertiaires seulement ; car, dans les faunes antérieures, l'action du cantonnement, déterminée par la latitude, était plus ou moins neutralisée par la chaleur propre au globe terrestre :

1° Deux mers voisines, communiquant entre elles, mais séparées seulement par un cap avancé vers le pôle, peuvent avoir des faunes côtières distinctes.

2° Il peut exister, en même temps, par la seule action de la température dans le même océan et sur le même continent, des faunes côtières distinctes, suivant les diverses zones de latitude.

3° Sous la même zone de température, sur des côtes voisines d'un même continent, les courants peuvent déterminer des faunes côtières particulières.

4° Une faune, distincte de la faune côtière du continent le plus voisin, peut exister sur un archipel, lorsqu'il en est séparé par une mer profonde.

5° Des faunes côtières distinctes, ou du moins très-différentes entre elles, peuvent se montrer sur des côtes voisines, par la seule action de la configuration orographique.

6° Lorsqu'on trouve les mêmes espèces sur une immense étendue de latitude, dans un même bassin, les courants en seront la cause.

7° Les espèces identiques entre deux bassins voisins annoncent des communications directes entre eux.

Maintenant si, prenant les choses sur une échelle plus restreinte et choisissant des lieux que tout le monde ici peut visiter, nous parcourons encore les côtes de France, sous le rapport de l'influence que peut

exercer la nature du littoral sur la composition des faunes qui les habitent, nous serons frappés de ces différences, en comparant des points placés souvent à quelques kilomètres seulement les uns des autres.

Les *côtes* de France bornées de *rochers*, comme celles de beaucoup de points de la Seine-Inférieure, du Calvados, de la Bretagne, des départements de la Vendée et de la Charente-Inférieure, nous offrent, exclusivement parmi les mollusques, les genres : *littorina, purpura, murex, trochus, aplysia, patella, pholas, petricola, saxicava;* des *echinus*, des *comatula;* des *serpula*, des *graps*, parmi les crustacés, etc., etc.

Les *fonds* et les *baies de sable pur* des mêmes côtes, surtout de la Vendée, de la Gironde et des Landes, ne montrent pas un seul des genres cités, mais bien les genres *nassa, cassis, fusus, chenopus, scalaria, natica, cardium, tellina, donax, arcopagia, pandora, mactra, solen*, etc., etc.

Les *fonds vaseux* ou de sable vaseux de ces mêmes côtes, ou du golfe de l'Aiguillon (Vendée), par exemple, montrent des *paludestrina*, des *lavignons*, des *lyonsia*, et quelques espèces particulières de *tellina*, de *mya*, de *cardium*, etc.

La différence de composition des faunes locales, suivant la nature des lieux, est parfaitement tranchée. Tels genres se trouvent toujours sur les rochers, tels autres sur les plages sablonneuses ou sur les vases; et chaque nature de côte montre ses animaux spéciaux, qui ne se voient ailleurs que lorsqu'ils y ont été poussés par la vague ou par les courants ; fait si connu des pêcheurs, qu'ils vont toujours sur des lieux différents, suivant la nature de pêche qu'ils désirent faire.

Sur nos côtes et sur d'autres côtes chaudes, les *récifs de coraux*, les *Iles madréporiques* ont également leur faune spéciale, souvent distincte, dans son ensemble, des faunes côtières voisines. Cette faune, comme celle de certaines parties des Antilles et des Iles Océaniennes, est caractérisée non-seulement par ses nombreux polypiers, mais encore par des genres particuliers de mollusques fixes et d'échinodermes, tels que les *chama*, les *spondylus;* les *cidaris*, etc.

Niveau d'habitation des mollusques côtiers. — Il est encore une cause qui peut influer sur la composition d'un ensemble de faune locale : la zone d'habitation spéciale à chaque espèce en particulier, sur chaque nature de côte. En parcourant le littoral de la France, on s'en convaincra, au premier coup d'œil qu'on jettera autour de soi, sur les êtres qui s'y trouvent.

Au niveau des fortes marées de syzygies, c'est-à-dire une hauteur baignée seulement par les fortes marées, on trouvera, sur les côtes rocailleuses, les *littorina rudis* et *lamarchii*, des *patelles*, parmi les mollusques, les *graps*, les *ligies* parmi les crustacés ; sur les côtes vaseuses, les diverses espèces de *paludestrina*, et des *lavignons*.

Au niveau du balancement des marées ordinaires, c'est-à-dire de manière à être baignés par toutes les marées et mis à sec assez souvent, se voient, sur les côtes rocailleuses, les *littorina littorea* et *neritoides*, des *trochus*, des *murex*, des *purpura*, des *aplysia*, le *mitylus edulis*, des *petricola*, le *pecten varius*, des *saxicava*, des *pholas*, des *venus*, des *serpula*, des *echinus*, une foule de crustacés. Sur les côtes sablonneuses vivent des *nassa*, des *scalaria*, des *natica*, le *cardium edule*, l'*ostrea edulis*, des *tellina*, des *donax*, des *pandora*, des *mactra*, des *solen*, des *lutraria*, etc. Sur des côtes vaseuses, se trouvent en abondance certaines tellines, des *lyonsia*, la *mya arenaria*, etc

Au-dessous du balancement des marées, à des niveaux différents de profondeur, vivent encore des êtres particuliers, les uns peu au-dessous des autres, jusqu'à de grandes profondeurs, et tous divisés suivant la nature de sol.

Sur un sol rocailleux on trouve, surtout à de grandes profondeurs, des mollusques brachiopodes, tels que des *terebratula*, des *megatheris*, des *terebratulina*, des *crania*, des *thecidea*, beaucoup de *comatula*, d'*echinus*, de *bryozoaires* pierreux et des polypiers flexibles, appartenant aux animaux rayonnés. C'est surtout dans cette zone que les êtres cités prennent un plus grand développement et sont plus abondants.

Sur les côtes sablonneuses, ou de sable vaseux, vivent des *nassa* particuliers, quelques *trochus*, l'*acteon fasciatus*, le *venus dionæ*, des *pecten*, le *janira gigantea*, le *nucula margaritacea*, etc., etc.

En nous résumant sur l'action passive de la nature des côtes maritimes et des zones différentes de profondeur, suivant ces côtes, où vivent les animaux, on voit que, de ces deux causes combinées ou séparées, naissent des différences constantes très-marquées dans la composition des faunes locales souvent très-voisines les unes des autres. Nous ferons remarquer que ces deux genres d'influences ont dû avoir la même importance à toutes les époques de l'animalisation du globe, et qu'il convient de la faire entrer dans l'étude comparative, des étages, afin de ne pas prendre pour des époques distinctes dans les couches, des différences de faunes qui ne sont dues qu'à la zone de profondeur, à la nature du sol où l'on trouve les espèces qu'elles renferment. Dans ce cas, on trouvera toujours quelques espèces identiques qui résoudront la question ; car nous avons vu que le moindre mouvement, qu'il soit déterminé par la vague ou par les courants, tend, au contraire, à tout mêler, suivant la densité ; et, dès lors, il paraît impossible que quelques individus de chaque zone, de chaque nature de côte, ne soient pas mélangés, sur quelques points des couches sédimentaires d'un même parage.

Art. II. — Des sédiments terrestres et luvio-terrestres.

Nous désignons ainsi les particules terreuses et autres, de toutes natures et de toutes dimensions, qui, séparées des couches ou des roches, se trouvent actuellement répandues à la surface terrestre des continents. La terre végétale qui recouvre le sol sur une grande étendue, les tourbes, les vases des marais fangeux, les parties désagrégées des roches de toute composition qui comblent les lacs, les vallées, sont pour nous des sédiments aussi bien que les cailloux, les galets roulés par les torrents et par les fleuves. Une simple promenade dans la campagne suffira souvent pour convaincre l'observateur le moins exercé que des sédiments de nature très-variée couvrent à la fois les diverses régions d'un continent.

§ I. — *Formation des sédiments terrestres.*

Ils se forment, comme une partie des sédiments marins, par l'usure des couches ou des roches de toute nature, qui composent l'écorce terrestre. Les agents sont : dans les régions boréales et australes du globe, la gelée et les pluies ; dans les régions chaudes, les pluies seulement.

Les *gelées* ont une très-forte action désorganisatrice sur les différentes roches, action d'autant plus puissante que la roche est plus poreuse et qu'elle laisse plus facilement pénétrer l'eau. Cet effet de la gelée est si connu, qu'il n'est pas un carrier des environs de Paris qui ne cherche à s'en garantir, en couvrant de paille, durant l'hiver, les blocs extraits des carrières. La gelée fendille la surface de manière à en désagréger les différentes parties qui se divisent alors, soit en feuillets parallèles pour les roches sédimentaires, soit en calottes de diverses épaisseurs, pour les roches granitiques ; et cette épaisseur est toujours déterminée par l'intensité de la gelée, par la dureté des roches et par leur nature minéralogique. Quelques roches sédimentaires, par exemple, les calcaires grossiers des environs de Paris, certains calcaires marneux des terrains jurassiques et crétacés, donnent, tous les ans, une quantité assez considérable de sédiments. D'autres roches en fournissent très-peu ; néanmoins on peut dire que, malgré leur dureté, toutes les roches donnent toujours par quelques parties exposées à l'air, prise à l'action désorganisatrice de la gelée, lorsqu'il s'y mêle des pluies alternatives. Dans le cas où, comme sur le versant occidental des Andes Boliviennes comprises entre les 12° et 25° degrés de latitude sud, il ne pleut jamais, les gelées n'ont aucune action de désorganisation ; aussi les roches restent-elles intactes ou en fragments anguleux produits par les tremblements de terre.

Les *pluies* sont donc indispensables pour que la gelée ait une action désorganisatrice sur les roches. Elles sont encore les moyens mécaniques propres à transporter les sédiments désagrégés ; et, dans quelques cas, leur action seule peut produire des sédiments. L'action de la pluie sur les parties désagrégées, facile à concevoir, humecte d'abord, délaye ensuite et entraîne avec elle les parties plus ténues de ces détritus. A mesure que la masse d'eau s'augmente sur les pentes, elle acquiert de la puissance, de la force. La goutte d'eau qui, au sommet d'une montagne, n'entraîne que la plus mince particule terreuse, emporte sur son passage, lorsqu'elle est réunie à beaucoup d'autres, d'abord des graviers, puis des cailloux ; et, bientôt accrue, devient torrent et balaye devant elle tout ce qui s'oppose à sa marche impétueuse. L'action combinée de la pluie et de la gelée tend au nivellement. Désagrégées par cet agent, les particules de toute dimension sont transportées par la pluie des parties élevées vers les vallées et vers les plaines.

La seule action des eaux produit souvent le même effet de désagrégation des roches, suivant la *nature des roches* même et la *disposition des lieux*.

La *nature de la roche* donne plus ou moins de prise à l'action des eaux. Telle roche argileuse, ou argilo-calcaire, comme les marnes du lias des côteaux de Semur (Côte-d'Or), d'Avallon (Yonne), de Saint-Amand (Cher), des Hautes et des Basses-Alpes, absorbe d'abord la pluie jusqu'à une assez grande profondeur ; puis se ramollit, se délaye même ; et les particules en sont entraînées par les eaux vers les points placés à un niveau inférieur.

La *disposition des lieux* influe sur la quantité des sédiments enlevés ; car, on conçoit que des terrains presque horizontaux peuvent s'humecter et se délayer comme les côteaux ; mais, tandis que sur une surface plane, ces parties délayées restent, pour ainsi dire, en place, elles sont transportées au loin sur un penchant de montagne. Les torrents creusent partout de profonds ravins et entraînent d'autant plus de matériaux que la pente est plus rapide, que les couches sont plus meubles. Dans les coudes où l'eau vient battre avec force, il se forme des escarpements qui, minés par les eaux, s'abîment les uns après les autres. En certains cas, lorsque les courants des torrents ou des rivières viennent battre le pied des coteaux et y former des falaises, ils produisent des effets analogues aux eaux de la mer dans les mêmes circonstances, ainsi qu'on le voit aux Roches-Noires, sur les bords de la Marne, près de Saint-Dizier (Haute-Marne), sur la rive droite de la Garonne, au-dessus et au-dessous de Bordeaux, et sur des points isolés et restreints des bords de presque toutes les rivières du monde. On conçoit facilement que les causes qui, comme les orages et les trombes, concourent à augmenter momentanément le volume et la violence des eaux, doivent également enlever une plus grande quantité de sédiments sur tous les points où leur action se fait sentir.

Dans une comparaison rigoureuse des faits actuels avec les faits qui se sont passés

aux différentes époques géologiques, il ne serait pas juste de faire entrer, par exemple, la France ou les autres pays très-peuplés du monde; car, là une cause qui tient essentiellement de l'homme vient augmenter considérablement la somme des sédiments enlevés, ou susceptibles d'être enlevés par les eaux pluviales. Pour qu'on puisse comparer deux choses, il faut qu'elles soient absolument dans les mêmes conditions ; et ce n'est pas ici le cas. En effet, la comparaison de la nature actuelle avec la nature passée n'est admissible qu'à condition de prendre le sol vierge et non le sol cultivé.

Sur un sol vierge, où la main de l'homme n'a rien changé, on voit que la terre est couverte d'une végétation active. Le sommet des montagnes, les côteaux, les plaines, tout est revêtu de plantes. L'arbre dont les rameaux s'élèvent vers les cieux, l'humble fougère, la graminée ou la mousse en tapissent toutes les parties et les garantissent de l'action immédiate de la pluie. La goutte d'eau qui tombe est reçue par les feuilles, et ne touche la terre qu'après avoir pénétré lentement à travers un réseau serré de branches ou de feuillages. Son action n'a plus de force; elle n'entraîne rien; et, dans les pays les plus escarpés du monde, on s'est étonné de trouver, pendant la pluie, les eaux des torrents à peine souillées de quelques particules terreuses. Ce que nous avons observé si souvent, dit d'Orbigny, dans les forêts vierges du Brésil, sur les plaines du centre de l'Amérique méridionale et sur les montagnes anfractes du versant oriental des Andes Boliviennes, nous ne l'avons pas retrouvé, sans quelque plaisir, sur de petits points isolés des Pyrénées et des Alpes; au Pont d'Espagne, près de Cauterets (Hautes-Pyrénées), par exemple, et sur les coteaux du lac de Brientz, dans l'Oberland, où l'homme a respecté quelques lambeaux de la nature terrestre.

Sur un sol cultivé comme celui de France, où l'homme a tout fait pour enlever les plantes et les arbres naturels au sol, et pour le couvrir de guérets, la terre est partout dans les conditions les plus favorables à l'enlèvement des sédiments, puisqu'elle n'est pas seulement dépourvue de plantes préservatrices, mais que le labour la rend encore meuble à sa surface. Les eaux y ont une prise immense, pour le transport des molécules terreuses; et l'agriculteur, qui n'est pas assez prévoyant pour se garantir par des moyens artificiels de l'action destructive de la pluie, voit l'*humus* diminuer tous les ans et son sol se dénuder peu à peu. En parcourant les montagnes des environs de Tuchant (Aude), dans les Corbières, les sommités des montagnes et des collines de la Provence, toutes les montagnes des Hautes et des Basses-Alpes, etc., on s'étonne de trouver, à la place des antiques forêts de chênes dont ces montagnes jadis étaient couvertes, des rochers nus où les chèvres trouvent à peine à brouter, çà et là, quelques plantes rabougries. Il est donc certain que le défrichement a laissé emporter, depuis quelques années, par les eaux pluviales, des terres qui nourrissaient de belles forêts respectés durant une longue suite de siècles.

Cette rapide comparaison d'un sol vierge avec un sol cultivé nous montre que si le premier peut nous donner la valeur réelle des faits passés relativement aux sédiments terrestres, il n'en est pas ainsi du dernier, dont les conditions du moment tiennent évidemment à l'influence des travaux de l'homme. Il ne serait donc pas juste de prendre le dernier pour exemple, pas plus qu'il n'est rationnel de demander aux sédiments transportés par les fleuves actuels de France, l'explication des phénomènes antérieurs à notre époque. Toutes les déductions qu'on tirerait aussi des alluvions du Mississipi, ou des autres rivières de l'Amérique septentrionale, seraient nécessairement exagérées. A l'instant où tous les affluents de ces fleuves se couvrent d'agriculteurs qui commencent par abattre les arbres, mettre le feu à la campagne et défricher, sans s'occuper beaucoup de se ménager des ressources à venir, il est tout simple qu'une surface considérable de terrains jadis préservés, soit exposée à l'action immédiate des eaux pluviales. Nous resterons peut-être encore au-dessous de la vérité, en calculant à dix pour un la somme des sédiments que ces fleuves doivent transporter aujourd'hui, comparée à ce qu'ils donnaient avant que l'homme agriculteur eût remué la surface du sol.

§ II. — *De la répartition des sédiments terrestres.*

L'action générale des eaux pluviales sur les sédiments terrestres est la même que l'action déterminée par les eaux de la mer; elle tend à tout niveler.

On désigne ordinairement, sous le nom propre *d'alluvion*, tous les dépôts de sédiments terrestres, afin de spécifier leur mode de formation, et de les distinguer des sédiments marins particulièrement formés des couches sous-marines, plus nettement stratifiées.

Les *alluvions terrestres* se déposent en différents lieux, suivant leur nature et suivant la configuration du sol. Comme elles tendent toujours à niveler le sol, elles sont naturellement transportées des parties élevées vers les vallées, vers les plaines.

Si les *alluvions* tombent dans une pression sans issue, dans un lac circonscrit de montagne, par exemple, elles s'y déposent comme dans une mer tranquille; les sédiments pesants, les cailloux restent près de l'embouchure des torrents qui les ont transportés, et en général ils se divisent suivant leur densité, la configuration du sol et les limites de mouvement des eaux. Les graviers restent sur les plages inclinées; les anses, les golfes peuvent encore recevoir des sédiments fins; mais la plus grande partie de ceux-ci se rendent au fond du lac, au-dessous de l'action des vagues, et forment des couches horizontales qui pourront être de diverses

natures et plus ou moins épaisses, suivant la valeur des agents qui les ont transportés. Il est évident qu'une pluie ordinaire n'en produira pas une aussi grande quantité qu'un violent orage, qui aura dévasté toutes les campagnes environnantes. Il en résultera des couches de diverses épaisseurs, formées toujours, aux parties inférieures, des molécules les plus pesantes, et, dès lors, les premières précipitées au fond des eaux, tandis que les molécules les plus légères seront en dessus. Ces couches, formées dans les lacs, portent généralement le nom de *couches lacustres*.

Lorsque les sédiments destinés à former des alluvions ne sont pas retenus dans les lacs sans issue, et qu'ils sont transportés dans les vallées, ils suivent une répartition différente, d'après leur densité, leur volume et la force d'impulsion qu'ils reçoivent. Un torrent impétueux roule de gros blocs de roches. Un courant plus faible, mais encore très-rapide, transporte des cailloux; mais, dès qu'une différence de pente vient momentanément en ralentir la rapidité, les blocs, les cailloux s'arrêtent, et, suivant la force qui reste, des particules plus ou moins pesantes sont transportées. Nous avons été à portée de vérifier ce fait, dit d'Orbigny, sur les affluents qui descendent du versant oriental des Andes, et nous l'avons vu se reproduire, sur une moindre échelle, pour toutes les rivières qui descendent rapidement des Alpes, des Pyrénées, ralentissent ensuite leur cours dans les basses vallées et dans les plaines. Lorsqu'une vallée montre divers étages en gradins, ce même phénomène se présente à chaque fois; et les sédiments, alors répandus avec les eaux troubles sur une grande surface, trouvent, d'un ou des deux côtés du lit du courant, des anses tranquilles, des remous, où les molécules, après chaque inondation, se déposent par couches et forment des alluvions pluviales comme nous l'avons vu pour les lacs. La Saône, entre Châlons et Trévoux, est dans ce cas, ainsi que tous les coudes des rivières, où le courant se fait peu sentir, et permet aux molécules de se déposer et de former ces atterrissements nombreux de toutes nos rivières.

Certains fleuves, comme le Rhône, dont le courant est très-fort, roulent des cailloux jusque près de leur embouchure, tandis que presque tous les autres, dont les eaux plus tranquilles sillonnent les plaines, n'y apportent que des sédiments fins qui se déposent sur les anses, et forment ces sortes *d'alluvions pluviales* qu'on nomme *atterrissements*. Il faut bien se garder de confondre les alluvions lacustres ou fluviales actuelles avec les cailloux roulés répartis sur le sol et dans les vallées. Ceux-ci y ont été amenés par des mouvements plus considérables, appartenant aux causes purement géologiques.

Les sédiments terrestres partis des points élevés s'arrêtent, dans toutes les dépressions du sol, avec ou sans issue, sur tous les points des ravins, des torrents, des rivières et des fleuves, où l'inégalité des pentes permet au courant de se ralentir. Ils se déposent encore sur toutes les plaines, dans les coudes, dans les anses tranquilles des rivières, de sorte qu'une très-petite portion arrive jusqu'à l'embouchure des fleuves. Presque toutes les rivières, comme la Gironde, la Loire, la Seine, parcourent une grande surface de plaines avant d'arriver à la mer; il en résulte que des sédiments fins sont souvent les seuls que ces fleuves y apportent; aussi croyons-nous ne pas pouvoir évaluer leur part d'apport dans les sédiments marins à plus d'un quart de l'ensemble. On a considérablement exagéré la somme des sédiments fluvio-terrestres, en se basant sans doute sur l'état présent tout exceptionnel de la France. Si, comme on l'a cru, les rivières devaient former tous les sédiments marins, comment y en aurait-il en abondance sur les côtes dépourvues d'affluents, et où il ne pleut jamais, ainsi qu'on peut le voir sur le littoral du Chili, de la Bolivia et du Pérou, depuis le 5e jusqu'au 28e degré de latitude sud. Ce fait seul prouve que, sans le concours des fleuves, il peut se former des amas considérables de sédiments sur les côtes maritimes, par la seule action de l'usure des côtes.

Dès que les sédiments fluvio-terrestres arrivent à la mer, à moins qu'ils ne se trouvent dans des cas exceptionnels, comme le Pô, le Rhône, le Nil et le Mississipi, qui débouchent dans des golfes ou des mers en dehors des faits généraux, les courants marins s'en emparent bientôt; ils se mêlent promptement avec les autres sédiments, et suivent alors les mêmes lois de répartition. On a également cru que les affluents terrestres avaient une immense influence sur la nature et le mode des dépôts de mer; mais là encore, l'étude des faits vient prouver le contraire. Si, dans une mer méditerranée très-restreinte et dépourvue de courants et de marée, les affluents portent leurs sédiments à une certaine distance au large, et apportent quelques modifications côtières analogues à ce que nous voyons dans les lacs, il n'en est pas ainsi sur une côte maritime où la marée et les courants exercent leur puissante action. Tous ceux qui ont visité l'embouchure de la Loire, de la Seine et de la Gironde, ont pu s'assurer que la différence de niveau des eaux, suivant l'état de la marée, change entièrement la direction des courants. Si, en effet, pendant le reflux, le cours des fleuves continue à descendre jusqu'à une certaine distance dans la mer, il est de suite refoulé dès que le flux commence à se faire sentir; et la mer monte dans le lit même du fleuve, à une distance variable, suivant la pente. Le fleuve alors, loin de verser des sédiments dans la mer, peut, au contraire, en recevoir de l'Océan, surtout si le lit vient augmenter la force du flux. Il résulte de l'action seule de la marée que la moitié de l'année seulement les sédiments fluvio-terrestres peuvent être portés à l'O

céan, tandis que, pendant l'autre moitié, ils sont complétement neutralisés. Une autre cause vient également arrêter tout à fait ou, tout au moins, considérablement diminuer la somme d'apport des sédiments terrestres; c'est la saison des basses eaux, dans les fleuves. La Seine, la Loire, la Gironde, qui, à l'instant des crues périodiques, charriaient des sédiments, ne transportent plus rien alors, et reçoivent, au contraire, à leur embouchure, des sédiments fins non plus apportés par le fleuve, mais déposés par la mer, comme elle le fait dans toutes les anfractuosités de la côte. C'est dans cette saison que les environs d'Honfleur (Calvados), et de Saint-Nazaire (Loire-Inférieure) se couvrent d'une couche épaisse de boue, déterminée par la tranquillité des eaux. En ôtant la moitié de l'année pour l'action des marées, et un quart pour la saison des sécheresses, il reste seulement le quart de l'année aux fleuves pour verser leurs sédiments dans la mer.

Les curieuses recherches faites par M Elie de Beaumont sur le Pô, le Rhône le Nil et le Mississipi, prouvent l'importance des sédiments amoncelés à l'embouchure de ces fleuves, mais ne sont applicables qu'à des rivières placées exceptionnellement en dehors des faits généraux. Celles-ci sont, sur une plus vaste échelle, comparables à ce qui arrive dans un lac, tandis que les fleuves qui débouchent dans un Océan, comme la Plata, les rivières du Sénégal, la Loire, la Seine et la Gironde, qui débouchent directement dans les Océans, ne montrent jamais ces amas de sédiments.

Il est une expérience facile à faire pour avoir la limite d'extension du courant fluvial dans la mer, afin d'en évaluer l'importance réelle. Il suffit de s'embarquer à l'embouchure de la Seine, ou des autres fleuves, et de suivre, à mer basse, l'extension de l'eau trouble apportée par l'affluent terrestre, au milieu de l'eau plus claire de l'Océan. On reconnaît alors, par exemple, que la Seine, lorsque le vent n'en neutralise pas l'effet, porte son influence ordinaire à trois ou quatre kilomètres de la côte. On se demande ensuite quelle est l'importance de cette petite surface comparée à l'extension des côtes, à la largeur de la Manche, et, à plus forte raison, à l'immensité de l'Océan Atlantique. On voit dès lors, qu'en réduisant la question à sa valeur réelle, les affluents terrestres seront, par rapport aux mers, comme un point dans l'espace, et que leur influence est peu de chose, eu égard à l'ensemble des faits généraux.

En nous résumant sur la manière dont se forment actuellement les alluvions terrestres, on voit qu'il se dépose en même temps, des cailloux et des galets au pied des torrents et des falaises en butte au courant; que du gros sable s'arrête au-dessous des cailloux, sur les pentes moins rapides; que le sable fin et les sédiments les plus légers vont combler les vallées disposées en étages, ou les lieux tranquilles des coudes formés dans la plaine par ces nombreux méandres des rivières; et qu'enfin une partie des sédiments terrestres s'unit aux sédiments marins pour niveler les fonds des mers. Dans quelques cas (dans la Loire surtout) les sédiments que transportent les fleuves forment, par l'action des courants, des bancs de sable mobile disposés par couches inclinées, comme dans les bancs sous-marins, tandis que, dans toutes les autres circonstances, les sédiments se déposent par couches presque horizontales, suivant la pente des parties sur lesquelles ils s'arrêtent. L'épaisseur de ces couches, leur nature même dépendent de l'importance des perturbations terrestres qui les produisent. Une pluie ordinaire n'apporte pas une couche aussi épaisse qu'une de ces crues subites, qu'un de ces débordements qui surviennent par suite d'une tempête prolongée; il en résulte des couches d'une épaisseur inégale et formées de sédiments différents.

§ III. — *De la distribution des animaux dans les couches sédimentaires fluvio-terrestres.*

Comparativement à ce que nous avons dit pour les animaux marins, les animaux terrestres sont également susceptibles de se diviser en animaux poissons et non flottants.

Les *animaux flottants* peuvent appartenir aux animaux vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles et flottants) en putréfaction, et aux coquilles terrestres et fluviatiles accidentellement remplies d'air.

Pour les animaux vertébrés ils surnagent à la surface des eaux, lorsqu'ils sont en putréfaction; ce n'est qu'alors qu'ils deviennent flottants et peuvent être transportés par les courants terrestres. En généralisant beaucoup trop cette idée ou en lui donnant un caractère d'importance qu'elle est loin d'avoir, on a cherché à expliquer les amas d'ossements fossiles de certains points, par l'accumulation des êtres que les eaux des fleuves transportent et déposent dans les estuaires. Dans cette circonstance ainsi que pour la valeur des sédiments terrestres on a regardé, comme un fait général, une circonstance exceptionnelle qui tient essentiellement à l'homme, à ses habitudes, et n'existe pas sur les lieux encore sauvages. On a supposé que, dans les inondations, les animaux terrestres étaient entraînés par les rivières, et qu'alors ils étaient aussi nombreux que les chiens, les chats et autres animaux domestiques le sont aujourd'hui dans la Seine et dans la Tamise, au-dessous de Paris et de Londres. C'est une fausse idée. Les animaux sauvages, ainsi qu'on l'a observé au centre de l'Amérique méridionale, ne se jettent pas dans les fleuves et sont très-rarement emportés par les inondations; car alors ils fuient loin des courants, et se réfugient dans les bois des parties élevées, où ils restent en cas de mort. Nous avons vu, dans nos voyages, dit d'Orbigny, d'immenses cours d'eau, tels que la Plata, le Parana, l'Uraguay, et tous les affluents

boliviens de l'Amazone ; et nous pouvons assurer, dit Alc. d'Orbigny, que, pendant huit années de voyage, nous n'avons jamais rencontré un seul animal flottant au sein des vastes solitudes du Nouveau-Monde. En vérité, cette pensée ne pouvait naître qu'en Europe, sur les rives de ses fleuves couvertes de villes, de bourgs et de villages. Pour se débarrasser de l'animal vivant qu'il ne veut pas conserver, ou de l'animal mort dont il ne sait que faire, l'homme le jette dans la rivière qui l'entraîne; c'est seulement ainsi que les rivières européennes transportent accidentellement des animaux flottants.

En supposant même que quelques animaux soient entraînés par les torrents, à la source d'une rivière, il est difficile de croire qu'ils puissent, sans s'arrêter, atteindre la mer. Pour cela, il faudrait supposer que le cours d'eau, dans l'extension parcourue, est dépourvu de vallées étagées, de coudes où les remous se font sentir, et que les vents surtout n'ont aucune action sur les animaux flottants à la surface des eaux. Dans le cas contraire, il arrivera, pour l'animal transporté, ce qui arrive pour les sédiments : il s'arrêtera certainement sur les rives, par la seule impulsion des remous et des vents qui le pousseront sur la plage; sur cent, un seul peut-être aura la chance d'arriver à l'embouchure. Pour se convaincre du fait, il suffira de parcourir les bords de la Seine, de Paris à Saint-Denis, par exemple, à l'effet de s'assurer qu'un nombre considérable de chiens et de chats qui ont été jetés à Paris, n'ont pas été plus loin sans atterrir. Du reste, un séjour prolongé des deux côtes de l'embouchure de la Seine a prouvé qu'il n'arrivait pas le vingtième du nombre des animaux domestiques morts qu'on peut trouver à la fois, seulement dans l'intervalle compris entre Grenelle et Neuilly, au-dessous de Paris.

En résumé, nous croyons qu'il convient de renoncer à expliquer les amas d'ossements de mammifères fossiles par le transport naturel des animaux flottants, sur les fleuves de l'époque actuelle, et qu'il faut, pour s'en rendre compte, recourir aux faits géologiques.

Les *animaux flottants entiers*, déposés sur les bords d'un lac, ou sur les rivages des cours d'eau, pourront être conservés avec toutes leurs parties osseuses réunies, s'ils s'arrêtent sur une plage tranquille et sont promptement recouverts de sédiments fins, qui les préservent de l'action désorganisatrice des agents extérieurs. Si, au contraire, ils sont, soit par la houle, soit par les courants, jetés sur une côte agitée, leurs parties se désagrégeront; et les os disséminés prendront leur rang, suivant leur densité, leur volume, parmi les sédiments fluvio-terrestres.

Les *coquilles terrestres* sont accidentellement flottantes, comme les limaçons (*helix, bulimus, cyclostoma*) et les coquilles fluviatiles (*planorbis, lymnea, physa* et *paludina*), lorsque, mortes et restées sur le sol ou sur les rivages à la saison sèche, elles sont saisies par les pluies torrentielles et transportées, avant que puisse s'échapper l'air resté dans les tours supérieurs de leur spire. Alors elles se mêlent aux petits débris de végétaux, et flottent à la surface des eaux. Tant que le mouvement des eaux ne les a pas fait couler au fond, elles voyagent avec l'élément aqueux, et suivent toutes les chances de dépôt des animaux vertébrés flottants. Elles peuvent de même se déposer dans les lieux tranquilles, être jetées par les vents sur toute espèce de côte, ou transportées jusqu'à la mer. Dans toutes les circonstances, leur conservation dépendra toujours, comme pour les animaux marins, des milieux où elles se déposeront.

Les animaux vertébrés, morts sur le sol, sont promptement anéantis. Ils se putréfient, se désagrégent, et leurs parties osseuses, exposées à l'action de l'air, se détruisent infailliblement dans un laps de temps souvent fort court. Les coquilles terrestres, placées dans les mêmes cas, se décomposent plus promptement, en raison de leur peu de résistance. Les os et les coquilles cachés dans l'*humus*, suivant sa nature, se détruisent encore à la longue, comme on le voit pour les ossements humains des cimetières.

Pour que les ossements et les restes organisés terrestres puissent se conserver, ils doivent être enveloppés de sédiments de certaine nature, qui se forment dans les eaux. Il devient donc indispensable qu'ils soient soustraits à l'action désorganisatrice des agents extérieurs, par les fines molécules dont les eaux les entourent, soit en les transportant dans les lacs, soit en les déposant sur les sédiments fins des vallées et des atterrissements riverains. Dans tous les cas, ces restes terrestres, ainsi que les coquilles fluviatiles mortes, devenus des corps inertes, suivent, dans leur transport et dans leur répartition par les eaux, la même impulsion que les autres sédiments terrestres répandus sur le sol. Suivant leur volume, leur pesanteur, ils se trouvent avec les cailloux, le gros sable, ou avec les sédiments fins des plages tranquilles des lacs, des rivières et des fleuves. Ils seront encore quelquefois entraînés par les eaux pluviales dans les fentes de rochers, dans les cavernes ou les grandes cavités souterraines, comme on le voit entre Tuchant et Rivesalte (Aude). Là, mélangés avec l'*humus*, ils seront encore préservés de la destruction, et formeront des brèches osseuses ou ces amas d'ossements contenus dans les bourses que MM. Constant-Prévost et Desnoyers ont découverts dans les couches de gypse des environs de Paris.

Art. III. — Limites du mélange des sédiments et des animaux marins et terrestres.

Après avoir expliqué comment se forment les sédiments marins et terrestres, comment s'y déposent les animaux propres aux mers et aux continents, il nous reste à chercher

quels sont les points où les mélanges des deux faunes peuvent avoir lieu, quelles en sont les limites dans les causes actuelles, et quels sont les moyens de les reconnaître.

Les fleuves, et une multitude de petits affluents de moindre valeur, débouchent dans la mer; et, bien qu'ils n'apportent pas toujours des sédiments, ils y versent au moins leurs eaux. Ces eaux peuvent, dans quelques cas, entraîner quelques coquilles terrestres flottantes, qui se déposent sur la côte et se mêlent aux coquilles marines. Comme elles sont en petit nombre, et généralement plus fragiles que celles-ci, elles se brisent plus facilement et disparaissent presque partout. Elles ne sauraient se conserver que sur une plage tranquille ou vaseuse. Les grands affluents, vu leur volume plus considérable, transportent encore, quoique rarement, à la surface des eaux, quelques animaux vertébrés flottants et des coquilles. Il s'agit, maintenant, de s'assurer, par des faits, des limites extrêmes où ces mélanges peuvent avoir lieu. Les animaux, en petit nombre, que le hasard aura préservés de l'échouage, surtout aux courants contraires apportés par la marée montante, et qui arrivent jusqu'à la dernière limite du courant, de la Seine, par exemple, rentreront de suite sous l'influence des mers. Ils ne sont pas transportés au large, mais ils sont immédiatement ramenés sur la côte par la marée, par les courants, et s'éloignent rarement de quelques kilomètres à droite ou à gauche de l'embouchure, suivant les courants et la direction des vents qui soufflent.

Les personnes qui ont habité Paris ont pu remarquer le nombre considérable de bouchons de liége qu'y transportent les eaux de la Seine. Prenons-les un instant comme des corps flottants par excellence, susceptibles de résister à tous les chocs sans s'altérer, et suivons-les dans leur marche jusqu'à la mer. On les trouve d'abord jetés en grande quantité sur les rives de la Seine, au-dessous de Paris, et de moins en moins nombreux, en s'éloignant de la capitale. Quoiqu'à Rouen on en jette également à la Seine, lorsqu'on cherche, de chaque côté de son embouchure, le très-petit nombre arrivé jusqu'à la mer, on les voit de plus en plus rares à mesure qu'on s'en éloigne, et ne pas dépasser un rayon de 2 ou 3 myriamètres. La résistance des bouchons est, on le sait, cent fois plus grande que celle des coquilles et autres corps flottants. On voit, néanmoins, que leur maximum d'éloignement de l'embouchure de la Seine n'est encore rien, comparé à l'étendue des côtes de la Manche, et, à plus forte raison, du littoral des océans.

Pour les restes des corps organisés plus pesants, tels que les ossements et les grosses coquilles d'eau douce, ils arriveront plus rarement encore jusqu'à la mer; car, neutralisé sur un grand nombre de points par la diminution des pentes, le courant les laissera partout avec les cailloux et les galets. Il n'y aura donc que les coquilles légères qui pourront être mélangées sur quelques points, mais seulement un peu en dedans de l'embouchure des rivières, par la seule action des courants. Dans les limites du mélange alternatif des eaux douces et des eaux salées, déterminées par les marées, à l'embouchure des fleuves, il ne vit réellement aucune coquille d'eau douce, pas plus que des coquilles marines. Il en résulte que les coquilles d'eau douce ont le temps de s'altérer avant d'avoir atteint cette embouchure, et que les coquilles marines sont plus rarement refoulées dans les rivières, par l'action de la tempête. Les mélanges que nous ne connaissons pas, dans les grands fleuves, pourront être plus fréquents dans une mer restreinte, sans marées et sans courants, comme le sont quelques parties de la Méditerranée; encore ces mélanges sont-ils rares et de peu d'importance.

La trop grande extension qu'on a donnée à ces mélanges, dans les couches fossilifères, tient le plus souvent au manque de connaissances positives sur la manière d'être, sur les habitudes des coquilles. Parce qu'on trouvait dans la Seine une néritine (le *neritina fluviatilis*), on a cru que toutes les néritines étaient fluviatiles, ce qui est entièrement faux. Il en est de même des cyrènes, des soi-disant mélanies du bassin de Paris, et d'une foule d'autres coquilles qu'on a prises pour terrestres et fluviatiles, tandis qu'elles sont bien certainement marines.

On distingue souvent une couche fluviatile d'une couche marine à sa contexture, ordinairement plus poreuse, mais bien plus certainement encore à la composition des êtres qu'on y rencontre. On sait que la terre nourrit des limaçons (*helix*, *cyclostoma*), des *pupa*, des *clausilia*, respirant l'air en nature; que les eaux douces sont remplies de *lymnea*, de *physa*, de *planorbis*. C'est donc par la comparaison des coquilles aujourd'hui propres aux continents et aux fleuves qu'on arrive à déterminer la nature terrestre, fluviatile ou marine des espèces perdues. C'est encore avec cette connaissance préliminaire qu'on reconnaît, sur nos plages maritimes actuelles, le limaçon que les affluents terrestres y ont porté. On conçoit, dès lors, qu'à moins d'une étude spéciale, approfondie, on puisse facilement se méprendre et admettre des mélanges qui n'existent pas toujours.

On a pensé que quelques espèces pouvaient passer avec facilité à l'état de vie, ou par les œufs, de l'eau douce à l'eau salée, ou de l'eau salée à l'eau douce. Les expériences que M. d'Orbigny a faites à cet égard lui ont donné des résultats négatifs. Ces prétendus passages tiennent essentiellement encore à de fausses déterminations. Chaque espèce est propre à son élément, dont elle ne peut sortir, ce qui n'empêche pas certaines néritines d'être marines (*neritina meleagris* et *viridis*), tandis que quelques autres sont fluviatiles; et tels *cerithium* d'être fluviatiles, quoique les autres espèces du genre soient marines.

Quelques auteurs, par système préconçu, ont prétendu que, si les mollusques fluvia-

tiles ne peuvent pas vivre dans l'eau salée, par suite d'un passage brusque, il peut en être autrement de leurs œufs, et qu'ainsi les espèces sont susceptibles de se modifier, en passant graduellement de l'eau douce à l'eau salée, et de donner des coquilles striées, de lisses qu'elles étaient. Ces suppositions, qui ne sont pas le fruit de l'expérience, mais qu'ont fait établir des observations géologiques peut-être trop superficielles, se trouvent en contradiction complète avec la nature. Nous avons dit que, dans le golfe de Luçon, il s'opérait tous les ans des atterrissements considérables sur le littoral maritime. On peut y voir, en effet, renfermée par des digues qui ne laissent plus pénétrer les eaux de la mer, une largeur souvent de 10 ou 12 kilomètres pris sur les limites anciennes de l'Océan. Si les œufs des mollusques fluviatiles avaient pu vivre dans un mélange d'eau douce et d'eau salée, ils avaient sur ce point tous les éléments de propagation; car ils sont, par gradation insensible, transportés depuis les eaux les plus douces jusqu'à l'eau saumâtre, au moyen de ces milliers de petits canaux pratiqués pour l'écoulement très-lent des eaux vers les écluses des digues. Eh bien! non-seulement les coquilles d'eau douce ne se mêlent pas, mais encore, entre la digue la plus rapprochée de la mer et le premier point où les coquilles fluviatiles commencent à vivre, il y a une bande de 3 à 4 kilomètres de largeur où n'existe aucune coquille. Pourtant, même au goût, on ne trouve aucune saveur saline aux eaux remplies de plantes aquatiques, n'ayant pas communiqué avec la mer depuis presque un siècle, et ne pouvant avoir d'autre salure que celle transmise par le sol. Il est même remarquable de voir dans ces eaux, où les mollusques fluviatiles ne sauraient pas encore vivre, des grenouilles, et jusqu'à quelques poissons d'eau douce, qui probablement sont moins sensibles au mélange presque nul des eaux. Il faut donc encore renoncer à ce beau système de mélange, sur lequel ont, tout de suite, été établies plusieurs théories directement opposées aux faits. Nous avons cité le golfe de Luçon, où tout le monde peut aller vérifier notre assertion; mais nous pourrions encore citer cent autres points d'Europe et d'ailleurs, où l'on a pu, sur une vaste échelle, observer les limites tranchées qui existent partout entre les coquilles fluviatiles et les coquilles marines.

Dans les fleuves, suivant la pente et la valeur des marées locales, il y a une surface plus ou moins grande où il n'existe aucune coquille fluviatile ni marine. Dans la Seine, cette limite est comprise entre Rouen et le Hâvre, ou sur près de cent kilomètres de circuit; dans la Loire, c'est depuis le Pellerin jusqu'à la pointe Saint-Gildas, ou sur près de trente kilomètres. Dans la Plata, c'est depuis Punta la Lara, près de Buenos-Ayres, jusqu'à Montevideo, ou sur près de deux degrés de longueur.

Indépendamment des coquilles purement terrestres et purement marines, il en est de propres aux eaux *saumâtres* qui peuvent, jusqu'à certaines limites, s'avancer dans les eaux plus ou moins douces, plus ou moins salées; mais elles ne vivent longtemps ni dans les unes, ni dans les autres. Dans tous les cas, il faut se garder de confondre ces coquilles, du reste en très-petit nombre, avec les coquilles purement marines que les tempêtes amènent rarement à quelque distance en dedans de l'embouchure des fleuves.

COUCHES CONCORDANTES, DISCORDANTES, INCLINÉES, CONTOURNÉES, etc. — *Voy.* PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES.

COURANTS MARINS, *leur influence dans la distribution des animaux marins.* — *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

CRAG.—*Voy.* FALUNIEN.

CRAIE BLANCHE.—*Voy.* SÉNONIEN.

CRAIE CHLORITÉE.—*Voy.* CÉNOMANIEN.

CRAIE-TUFAU. - *Voy.* SÉNONIEN.

CRÉATION. — *Voy.* COSMOGONIE.

CRÉATION DES ESPÈCES FOSSILES. — *Voy.* ESPÈCES FOSSILES.

CRÉATIONS ET DESTRUCTIONS SUCCESSIVES DES MONDES, *tradition des peuples sur ce point; opinion de Mgr Wiseman.* — *Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN).

CRÉTACÉS (TERRAINS). — Quatrième grande époque du monde animé. C'est l'époque de la première apparition des oiseaux palmipèdes, des poissons cycloïdes et cténoïdes, etc. Ces terrains ont reçu le nom de *crétacés*, parce que la craie se trouve la composition minéralogique dominante dans cette formation géologique.

Nous appelons donc *terrains crétacés* la succession d'étages qui occupe l'intervalle compris entre les couches portlandiennes, derniers dépôts jurassiques, et l'étage nummulitique, ou suessonien, premier membre des terrains tertiaires. Nous y réunissons, dès lors, tous les étages, depuis et y compris l'étage néocomien, jusqu'aux couches de Laversine, qui constituent l'étage danien. Cet ensemble, parfaitement circonscrit, se distingue nettement des terrains inférieurs et supérieurs par l'ensemble de toutes les considérations paléontologiques et stratigraphiques, dont les résultats offrent l'accord le plus parfait.

On trouve la série complète des étages sans lacunes, en marchant de Vassy (Haute-Marne) à Vertus (Marne).

Ainsi que le démontre la carte géologique de France de MM. Elie de Beaumont et Dufrenoy, les terrains crétacés occupent une vaste surface de notre sol. Ils forment en effet un grand cercle dans le bassin anglo-parisien, autour de Paris. On les voit dans le fond de presque toutes les vallées et sur la côte de la Manche, depuis la Seine jusqu'au cap Blanc-Nez, dans le Boulonais. Ils se continuent ensuite en une ceinture passant à Cambrai, à Vervins, à Réthel, à Reims, à Vitry, à Saint-Dizier, à Troyes, à Joigny, à Saint-Fargeau, à Montrichard, à

Loches, à Tours, à Châtellerault, à Tourtenay, à Saumur, au Mans, à Guilbault, à Lisieux et à Honfleur. On en voit, en dehors de ce grand cercle, un lambeau dans le département de la Manche, à Sainte-Colombe.

Le complément du bassin anglo-parisien se trouve en Angleterre, où il forme une large bande qui s'étend depuis la Manche jusqu'au Yorkshire.

Si nous les cherchons dans le bassin pyrénéen, nous les verrons, indépendamment des lambeaux de la Vendée, former une large bande dirigée au sud-est, qui, en largeur, s'étend de l'embouchure de la Charente jusqu'à l'embouchure de la Gironde, et passe par Saintes, Cognac, Angoulême, Ribérac, Périgueux, jusqu'à Gourdon (Lot). Une autre bande interrompue se voit sur le versant septentrional des Pyrénées, à Bidart, et dans le Gers, et se montre en Espagne dans les provinces de la Biscaye et de San-Ander, ainsi qu'en Portugal, près de Lisbonne.

Dans le bassin de la Méditerranée il existe de vastes lambeaux de terrains crétacés.

On trouve ces terrains en Belgique, en Hollande, en Prusse, en Westphalie, en Hanovre, en Saxe, en Bohême, en Pologne, en Suède; dans la Mingrélie, la Circassie, la Géorgie, le Caucase, la Bulgarie, la Servie, la Valachie, la Transylvanie, la Gallacie, la Volhynie, la Podolie. De vastes surfaces s'étendent sur la Russie, de la Pologne jusqu'à l'Oural. Dans l'Amérique septentfionale ils couvrent les parties orientales du New-Jersey au Texas, sur 35° de longueur en latitude. Ils se voient dans l'Amérique méridionale, dans la Nouvelle-Grenade, au Pérou, au Chili, et au détroit de Magellan. En Asie, ils existent à Pondichéry et à Java.

En résumé, nous connaissons aujourd'hui des terrains crétacés les mieux caractérisés sous la zone torride, dans l'hémisphère sud jusqu' au 53e degré, au détroit de Magellan, et dans l'hémisphère nord jusqu'au 56e degré de latitude. La répartition des terrains crétacés sur les parties du globe étudiées sous le rapport géologique nous donne la preuve qu'ils doivent se retrouver encore sur beaucoup de points inconnus à la science. Cette répartition nous permet, de plus, de dire avec certitude qu'ils ne forment pas des dépôts partiels, mais qu'ils constituent bien une quatrième grande époque géologique dont nous voyons partout les traces à la surface de la terre.

Pris dans leur ensemble, ces terrains reposent tout autour du bassin anglo-parisien, en France et en Angleterre, sur les couches jurassiques; il en est de même de ceux du bassin pyrénéen des départements de la Charente-Inférieure, de la Charente, de la Dordogne et du Lot; dans le bassin méditerranéen, de presque tous les lambeaux de la Provence, des deux versants des Alpes, du Jura, de l'Allemagne, de la Russie, etc. Il n'est, dès lors, douteux pour personne que les terrains crétacés, comme ensemble, n'aient régulièrement succédé dans l'ordre chronologique aux terrains jurassiques.

En réunissant ici la plus grande puissance indiquée à chaque étage en particulier, voici ce que nous trouvons :

Etage danien	15 mètres.
— sénonien	300
— turonien	200
— cénomanien	500
— albien	46
— aptien	200
— néocomien	2,500
Total	3,761 mètres.

Bien que ces chiffres ne soient qu'approximatifs, et qu'on ne puisse réunir tous les points les plus épais pour en déduire l'épaisseur totale, nous avons voulu néanmoins les grouper pour montrer la valeur comparative de durée des étages crétacés. A en juger par la puissance, l'étage néocomien est le plus important; après viennent l'étage cénomanien, l'étage sénonien, et l'étage aptien.

Par ce que nous dirons aux étages, on verra que, pendant la période crétacée, il existait des continents et des mers, comme dans la nature actuelle, et ceux-ci soumis à toutes les lois physiques qui agissent aujourd'hui à la surface de la terre.

Caractères paléontologiques. — Voyons par les caractères positifs et négatifs de la faune crétacée à définir les changements de forme des animaux qui amènent ce facies si différent qui existe entre les terrains crétacés, jurassiques et tertiaires.

Les 184 genres éteints dans les terrains jurassiques, sans passer aux terrains crétacés seront autant de caractères négatifs que nous pouvons invoquer pour distinguer les terrains crétacés des terrains jurassiques.

Les caractères négatifs propres à faire distinguer les terrains crétacés des terrains tertiaires se composent de tous les genres qui, encore inconnus aux terrains crétacés, ne se montrent qu'avec les terrains tertiaires. Ces genres appartiennent aux classes suivantes; parmi les mammifères, 113 genres; parmi les oiseaux, 41 genres; parmi les reptiles, 16 genres; parmi les poissons, 119 genres; parmi les crustacés, 23 genres; parmi les mollusques céphalopodes, 3 genres; parmi les gastéropodes, 62 genres; parmi les lamellibranches, 21 genres; parmi les brachiopodes, 1 genre; parmi les bryozoaires, 7 genres; parmi les échinodermes, 24 genres; parmi les zoophytes, 50 genres; parmi les foraminifères, 34 genres. Nous aurions donc, pour séparer zoologiquement les terrains crétacés des terrains tertiaires, 514 genres inconnus aux premiers, et pouvant donner des caractères négatifs. Nous pouvons y joindre les caractères plus généraux de manquer de 24 ordres d'animaux. En résumé, nous aurions, pour distinguer les terrains crétacés des époques antérieures et postérieures, environ 1,018 genres, pouvant donner des caractères négatifs.

Les terrains crétacés se distinguent des

terrains jurassiques par les 268 genres qui servent de caractères négatifs aux terrains jurassiques, puisqu'ils sont inconnus à cette époque et ne paraissent qu'avec les terrains crétacés

Les terrains crétacés se distinguent encore des terrains tertiaires par tous les genres qui s'éteignent dans les premiers sans passer aux seconds, qui deviennent dès lors autant de caractères positifs pour les terrains crétacés. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales : parmi les oiseaux, 2 genres ; parmi les reptiles, 12 genres ; parmi les poissons, 29 genres ; parmi les crustacés, 1 genre ; parmi les mollusques céphalopodes, 17 genres ; parmi les gastéropodes, 11 genres ; parmi les lamellibranches, 7 genres ; parmi les brachiopodes, 12 genres ; parmi les bryozoaires, 12 genres ; parmi les échinodermes, 34 genres ; parmi les zoophytes, 53 genres ; parmi les foraminifères, 9 genres ; parmi les amorphozoaires, 29 genres. Ces genres, qui cessent d'exister avec les terrains crétacés, sont au nombre de 228.

Nous pouvons maintenant dire que le faciès, si distinct de la faune des terrains crétacés, que tout paléontologiste érudit doit apprécier, provient, comme on le voit, de la combinaison des caractères négatifs au nombre de 536 genres, et des caractères positifs au nombre de 698, qui, tout en donnant des caractères spéciaux différentiels avec les grandes époques immédiatement antérieures ou postérieures, viennent former ce faciès d'ensemble qui la caractérise. Au milieu des dissemblances nombreuses, on reconnaît, pourtant, que les terrains crétacés, par leur faune, sont aussi bien intermédiaires aux terrains jurassiques et tertiaires, qu'ils le sont par leur position stratigraphique rigoureuse.

Les caractères stratigraphiques que nous donnent les espèces sont bien plus multipliés encore que ceux fournis par les genres. Outre les espèces d'animaux vertébrés et annelés, s'élevant environ à 700, nous avons encore, pour distinguer plus particulièrement les terrains crétacés des périodes antérieures et postérieures, le chiffre de 4,291 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Ces espèces sont ainsi distribuées dans les étages, en commençant par les plus inférieurs :

	Espèces rencontrées dans 2 ou 3 étages à la fois.	Espèces spéciales à 1 seul étage.	
ÉTAGES.			TOTAUX.
Néocomien	7	844	851
Aptien.	8	148	156
Albien.	8	402	410
Cénomanien.	8	841	849
Turonien.	3	377	380
Sénonien.	5	1,574	1,579
Danien.	3	63	66
Totaux.	42	4,249	4,291

Nombre réel des espèces communes après suppression des chiffres répétés. 21.

Par les détails spéciaux qu'on trouvera aux étages, dont le tableau précédent n'est que le résumé, tous les faits bien constatés, analysés aux étages amènent aux conclusions suivantes :

1° Il existe dans les terrains crétacés plus de 5,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et postérieures et caractéristiques de ces terrains.

2° Ce nombre se divise en sept zones superposées formant, dans l'ensemble des terrains crétacés, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédées régulièrement les unes aux autres.

3° Chaque zone a montré encore une faune spéciale, distincte des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

4° Le nombre des espèces qui se trouvent par accident ou autrement dans deux de ces étages à la fois, dont le nombre avait été exagéré par suite de fausses déterminations, est dans le rapport de 21 à 4,291, et ne s'élève, dès lors, en réalité qu'à *un demi pour cent.* Ce nombre insignifiant ne peut donc en aucune manière modifier les résultats propres aux faunes spéciales successives.

Chronologie historique. — Les terrains crétacés, considérés dans leur ensemble, ont toujours eu des continents et des mers. Tâchons de définir à grands traits quelle était la circonscription primitive des mers et quelles modifications ces mers ont pu subir dans leurs formes, durant cette longue période.

Au commencement de la période crétacée, trois bassins distincts sont bien circonscrits en France et en Angleterre. Ces mers occupaient un vaste espace en dedans des mers jurassiques.

Le bassin anglo-parisien couvre un vaste rayon autour de Paris, ayant pour limites à l'est, sur les terrains jurassiques, Brillon (Meuse), Vassy (Haute-Marne), Vendeuvre (Aube), Auxerre (Yonne), Arquian (Nièvre). Les plus anciennes limites occidentales des terrains crétacés, également sur les terrains jurassiques, sont cachées en France, mais reparaissent en Angleterre, où on la voit suivre une ligne N. N.-E. et S. S.-O., du Dorsetshire jusqu'au Yorkshire.

Le bassin pyrénéen qui existait aux terrains jurassiques ne paraît pas avoir participé aux premiers dépôts crétacés.

Pour le bassin méditerranéen, ses limites occidentales paraissent être les mêmes qu'aux derniers âges jurassiques. Seulement, les terrains crétacés ont recouvert des parties jurassiques de l'Ilot du Var, et montrent encore un continent oriental sur la ligne des Alpes françaises, surtout depuis Digne jusqu'aux sources du Rhin.

En résumé, les bassins maritimes anglo-parisien et méditerranéen existaient seuls sans le bassin pyrénéen, avec le premier étage crétacé, néocomien. Pendant les étages

néocomien, aptien et albien, les mers ont eu les mêmes circonscriptions ; seulement, à chaque étage, les limites des terrains crétacés s'éloignent, de plus en plus, des terrains jurassiques, en formant des lignes parallèles d'atterrissement sur toute la région orientale du bassin anglo-parisien de France et d'Angleterre. A la fin du troisième étage albien, tandis que les mêmes atterrissements continuent à se faire à la partie orientale du bassin anglo-parisien, un affaissement considérable abaisse, à la fois, toutes les régions occidentales de ce bassin en France, de l'embouchure de la Seine jusqu'à la Touraine et le bassin pyrénéen. Toutes ces parties reçoivent alors à la fois la mer cénomanienne, qui envahit, à l'ouest du bassin anglo-parisien, des parties de terrains jurassiques surélevés depuis longtemps, en même temps que tout le bassin pyrénéen de la Charente aux Pyrénées, exondé depuis la fin des terrains jurassiques. Ensuite il se fait, sur les différents points des trois bassins, et à chaque étage, des atterrissements successifs sur tout le pourtour des parties déjà surélevées, toujours en dedans les uns des autres, et formant des lignes concentriques régulières. Néanmoins, nous voyons, à la fin de l'étage turonien, ou pour mieux dire, au commencement de l'étage sénonien, la mer bornée à la France envahir à la fois toute la Belgique jusqu'à Maestricht, et une partie du Cotentin, sur des points exhaussés depuis les terrains paléozoïques. Tandis qu'en France et en Angleterre, à l'exception du changement cité, les choses se passent ainsi, jusqu'à la fin de la période crétacée, par un retrait continuel des eaux dans tous les bassins, on voit à la fin de l'étage turonien, encore par suite d'affaissements immenses des parties surélevées depuis l'étage oxfordien, la mer sénonienne envahir la Russie, de la Suède jusqu'à l'Oural, en s'avançant jusqu'au 56e degré de latitude. En même temps la mer sénonienne s'avance vers l'ouest sur l'Amérique septentrionale du New-Jersey au Mexique, au sud 35° de latitude, et apparaît au Chili et à Pondichéry dans l'Inde.

Les continents de la période crétacée ont subi des changements correspondants, et se sont augmentés ou rétrécis, en raison des retraits ou de l'empiétement des mers.

Les animaux, comme on le verra aux étages, se sont souvent renouvelés durant cette longue période. Aux animaux terrestres préexistants tels que les oiseaux, les reptiles sauriens et chéloniens, les insectes ; aux nombreux animaux marins, tels que poissons, mollusques, échinodermes, zoophytes, foraminifères et amorphozoaires, viennent s'y joindre les poissons cycloïdes et clénoïdes, des foraminifères énallostègues, cyclostègues et agathistègues jusqu'alors inconnus. C'est aussi l'instant où règnent, dans leur plus grand développement générique, les mollusques *brachiopodes cirridés*, les *bryozoaires*, les *foraminifères cyclostègues* et les *amorphozoaires* ou *spongiaires testacés*. A cette époque également, les céphalopodes ammonitidés aux coquilles élégantes et variées prennent leur plus beau développement, avant de disparaître pour toujours de la surface du globe. Pendant la période crétacée, sont nés environ 268 genres d'animaux jusqu'alors inconnus, et nous y connaissons déjà 5,000 espèces d'êtres spéciaux.

La présence, durant toute la période crétacée, des mêmes genres et des mêmes espèces d'animaux depuis la zone torride jusqu'au 56° de latitude de deux côtés du monde, annonce, sur ces différents points, aujourd'hui si disparates, une température uniforme tenant évidemment à la chaleur centrale de la terre qui neutralisait encore les lignes isothermes actuelles.

Les oscillations du sol existaient aussi durant cette période, et nous en avons retrouvé beaucoup de traces.

A sept reprises, des perturbations géologiques plus fortes que les oscillations ont encore interrompu l'animation des continents et des mers ; mais, après chacune de ces grandes catastrophes de la nature, le calme est revenu, et, de nouveau, la puissance créatrice a repeuplé la terre de ses animaux et de sa flore composés d'espèces distinctes des espèces de l'époque antérieure.

Les roches plutoniennes qui apparaissent lors des dislocations de la période crétacée sont encore, pour quelques auteurs, les basaltes et les porphyres pyroxéniques ; M. Cordier, qui n'admet ces roches que dans la période tertiaire, regarde comme contemporaine des terrains crétacés :

La *mimosite* (partie de la *dolérite* et du *trapp* de M. d'Omalius d'Halloy, partie de la *dolérite* de M. Brongniart). Cette roche noirâtre, grenue, à grains très-fins, est composée de pyroxène (15 à 1/10 de la masse), de fer titané (1 à 4/100) et de feldspath vitreux, teint en noirâtre par ce pyroxène. Elle passe au *basanite*, quand ses parties sont plus minimes. Son âge appartient aux périodes crétacées et tertiaires.

CRINOIDES. — C'est un ordre d'échinodermes, embranchement des zoophytes. Corps bursiforme, distinct, pourvu de cinq bras non creux ; organes spéciaux de préhension et indépendants de la cavité viscérale. Une bouche, un anus distincts ; point de pédicules rétractiles ; ovaires à la base des bras, ou s'ouvrant par une ouverture spéciale. Charpente testacée très-épaisse, extérieure, plus ou moins régulière du côté de la bouche, mais toujours régulière du côté opposé ; formée de plaques testacées, solides, contiguës, dont le nombre est limité, et le plus souvent disposé sur cinq faces, dont une pièce centrale donne ou non naissance à une longue tige terminée par une racine fixe sur laquelle est porté l'ensemble. Jamais d'épines testacées articulées. La bouche est au centre supérieur ; l'anus, sur le côté. Les bras, pourvus en dessus d'un sillon, où sont des cils vibratiles qui conduisent les aliments à la bouche, sont formés, extérieurement, d'une série de pièces simples ou alternes

inférieures, portant des ramules, mais toujours dépourvues de plaques ou d'épines. Les *crinoïdes*, sans exception, qu'ils soient libres ou fixes, se tiennent la bouche en haut, les bras étendus, pour atteindre leur proie, dans une position tout à fait opposée aux autres échinodermes.

Les crinoïdes, comme nous les envisageons, se distinguent nettement des autres échinodermes, par les modifications que détermine chez eux la station normale tout à fait opposée. En effet, les autres échinodermes restent invariablement la bouche en bas; mais, chez les crinoïdes, toutes les parties sont disposées de manière à ce que la station normale soit la bouche et l'anus en l'air. Si les oursins et les astériens peuvent chercher leur proie en rampant sur le sol sous-marin, les crinoïdes, au contraire, ne peuvent que l'attendre. Nous avons dit que les crinoïdes étaient disposées de manière à vivre la bouche en haut; en effet, les observations faites sur les comatules vivantes donnent la preuve que, libres ou fixes, les genres que nous y réunissons avaient tous le même genre de vie. Les racines et la tige des crinoïdes fixes s'opposent à ce qu'ils vivent autrement; et l'analogie des espèces vivantes aux espèces fossiles nous donne la certitude que les crinoïdes fixes vivaient sur les lieux rocailleux ou au milieu des bancs de coraux les plus profonds. Là, fixés par la racine, leur longue tige s'élevait verticalement, et leur calice, couronné de ses bras, s'épanouissait pour attendre la proie qui passait à leur portée. Les *comatulidæ*, fixées dans leur jeune âge, comme les cronoïdes fixes, sont libres ensuite; mais alors elles se cramponnent au sol par les verticilles inférieurs de leur calice, qui remplacent, dans ce cas, la tige et la racine des autres, et épanouissent leurs bras. Chez les genres *saccosoma* et *marsupites*, que nous regardons encore comme des crinoïdes, la saillie de leur calice globuliforme s'oppose à ce qu'il puisse être en dessus dans la reptation; nous devons donc croire que cette disposition particulière était propre à vivre sur les sédiments fins, où les autres crinoïdes ne pouvaient se fixer. Là, le calice enfoncé dans le sable ou l'argile, ils déployaient probablement leurs bras comme ceux des crinoïdes, portés sur une tige, ou comme les comatules, cramponnés aux polypiers ou aux rochers. En résumé, on voit, chez les crinoïdes, trois modifications déterminées par le mode d'existence : les uns, fixes au milieu des bancs de coraux, dans les grandes profondeurs des mers; les autres, libres, pouvant, au moyen de petits bras verticillés inférieurs, se fixer aux différents corps sous-marins solides; les troisièmes, disposés de manière à ce que leur corps bulbiforme s'enfonce dans les sédiments fins.

Nous appelons *racine*, la partie rhizomorphe qui fixe l'animal au sol, et qui, isolée ou groupée, s'attache directement au sol par de véritables racines testacées. De cette racine, chez les crinoïdes fixes, part une *tige* longue, formée d'*articles* pentagones, arrondis ou carrés, placés les uns sur les autres, percés d'un trou au centre, et articulés par des rayons ou par une étoile formée de saillies et de dépressions. A l'extrémité supérieure de cette tige est un ensemble de pièces testacées régulier, qui enveloppe, plus ou moins, les viscères et les protège : c'est le *calice*. Celui-ci, qui forme tout le sac viscéral chez quelques genres, n'en occupe que la partie inférieure chez quelques autres. Il se compose de pièces diverses, qui ont reçu des noms tirés de leur position. Les unes reposent immédiatement sur les derniers articles de la tige, chez les genres qui en sont pourvus, ou sur une pièce centrale qui la compose chez les crinoïdes libres; ce sont, pour nous, les *pièces basales*. D'autres donnent naissance aux bras : ce sont les *pièces branchiales*. Entre les pièces basales et les pièces branchiales se trouve un nombre plus ou moins grand de séries de pièces, disposées par anneaux : les *pièces intermédiaires*. Entre les rangées longitudinales des pièces intermédiaires, il en existe d'autres plus irrégulières, que nous désignerons comme *pièces accessoires*. Les pièces superposées qui, dans leur ensemble, composent les *bras*, nous les appelons *articles branchiaux*. De ces bras, plus ou moins longs et divisés en branches, partent, alternativement, de chaque côté, d'autres petites branches courtes, uniformes, jamais divisées; nous les désignerons comme des *ramules*. Souvent en dedans des bras sont des pièces qui enveloppent les viscères, et que nous appellerons *pièces viscérales*. Ce témoignage remplacera cet assemblage disparate de noms qui juraient ensemble, comme ceux de *tige*, de *calice*, de *bassin*, de *pièces costales*, *intercostales*, de *scapulaires*, de *mains* et de *doigts* employés par M. Miller.

Le premier fait qui frappe en jetant les yeux sur le tableau de la répartition des genres et des espèces d'*échinodermes crinoïdes* à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle, c'est la concordance de distribution qu'on trouve dans cet ordre avec les céphalopodes tentaculifères et celui des brachiopodes. En effet, comme pour les séries animales que nous venons de citer, les crinoïdes naissent en nombre considérable de genres et d'espèces, avec les premiers âges du monde animé, les terrains paléozoïques, où ils ont leur *maximum* de développement; puis, il n'y a plus que quelques genres isolés dans les diverses époques, à l'exception de l'étage oxfordien, où se montrent encore de nouveau des formes plus nombreuses. Deux époques, comme on le voit, auraient été plus privilégiées que les autres pour les crinoïdes. Ils sont dans une période décroissante depuis dévonien jusqu'à présent.

Comparaison des deux divisions entre elles. — Nous divisons les crinoïdes en crinoïdes fixes et crinoïdes libres. Voyons la marche que ces deux séries ont suivie :

Les *crinoïdes fixes*, dont dépendent le *pentacrinus*, l'*apiocrinus*, etc., se sont déjà montrés en grand nombre avec le premier âge du monde animé (l'étage silurien); ils atteignent leur *maximum* de développement générique avec l'étage dévonien, le second, et ne font plus ensuite que décroître. Ils offrent 39 genres dans les terrains paléozoïques; 2 dans les terrains triasiques, 7 dans les terrains jurassiques, 5 dans les terrains crétacés, 1 dans les terrains tertiaires; et, de tous ces genres connus, on n'en retrouve plus, dans l'époque actuelle, que deux pour représenter les formes si variées des premières mers du monde. Il est évident que, depuis l'étage dévonien, les crinoïdes fixes ont toujours été dans une période décroissante de développement de formes génériques.

Les *crinoïdes libres*, auxquels appartiennent les *comatules*, ont commencé bien plus tard. Ils manquent dans les terrains paléozoïques et triasiques. Leur premier genre se montre avec l'étage bathonien, le cinquième des terrains jurassiques, et le *maximum* se trouve dans l'étage oxfordien, le septième des mêmes terrains. Ils montrent 4 genres dans les terrains jurassiques, 3 dans les terrains crétacés, aucun genre dans les terrains tertiaires; et, à l'époque actuelle, il en existe deux seulement. Ici, quoique les genres aient paru, plus tard, ils suivent la même marche décroissante de développement générique, depuis les terrains jurassiques jusqu'à présent.

Les deux séries sont donc dans leur période décroissante : l'une, depuis les terrains paléozoïques; l'autre, depuis les terrains jurassiques. Dès lors, les crinoïdes sont en contradiction complète avec l'hypothèse qui faisait croire au perfectionnement des êtres dans les âges du monde.

La comparaison de l'instant d'apparition des deux séries, par rapport à la perfection de leurs organes, nous amène a des conclusions différentes. Si d'être libre donne un degré de plus de perfection que d'être fixe, assurément les crinoïdes libres ayant paru les derniers, on pourrait y voir une marche dans le sens de la perfection; mais comme toutes les deux sont également, aujourd'hui, dans la période décroissante de développement générique, on peut dire qu'il n'y a nullement eu marche croissante, de perfection des organes des âges anciens aux plus modernes.

L'ensemble numérique des genres, pris dans l'ordre chronologique par terrains, nous amène-t-il à des conclusions identiques? Les connaissances actuelles donnent aux terrains paléozoïques 39 genres; aux terrains triasiques 2; aux terrains jurassiques 12; aux terrains crétacés 8; aux terrains tertiaires 2; et, à l'époque actuelle, 4. Les genres sont donc dans une décroissance numérique constante, depuis le premier âge du monde animé jusqu'à notre époque, et ils restent aujourd'hui près d'un dixième de ce qu'ils étaient dans ces premiers âges du monde. Nous avons donc ici une marche tout à fait rétrograde,

Déductions climatologiques et géographiques. — Le peu de genres vivants connus nous amène cependant à des conclusions importantes. Les crinoïdes fixes actuels, tels que les pentacrinus, sont spéciaux aux grandes profondeurs des mers chaudes des Antilles. Comme on les trouve en France et en Europe, pendant toute la série des terrains jusqu'aux dernières époques tertiaires, on doit croire que ces mêmes régions jouissaient d'une température beaucoup plus chaude qu'aujourd'hui. La présence des *pentacrinus*, en Europe, prouve encore que la distribution géographique actuelle est tout à fait différente de la distribution géographique ancienne. Une déduction de plus doit être signalée. Les crinoïdes ne se trouvent maintenant que dans les mers profondes. On peut, dès lors, croire, chaque fois qu'il y a abondance de crinoïdes dans une couche, qu'elle dépendait d'une partie profonde des mers de cette époque.

Déductions géologiques tirées des genres. — Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont d'autant plus marqués pour les crinoïdes, que des 60 genres, aucun n'occupant l'ensemble des étages, et, au contraire, tous étant circonscrits dans ces étages, ils peuvent donner d'excellents caractères négatifs pour les étages supérieurs et inférieurs où ils manquent.

Caractères stratigraphiques positifs. — Par la même raison, les caractères positifs sont aussi prononcés pour les crinoïdes. En effet, puisque les 60 genres sont limités dans les étages, ils peuvent tous donner des caractères positifs pour les zones où ils se rencontrent. Ces caractères seront d'autant plus marqués que, sur ce nombre, 37 genres, ou plus de la moitié, n'occupent qu'un seul étage; et que, sur 60 genres, trois seulement existent dans les mers actuelles, tous les autres ayant été ensevelis dans les couches terrestres. La persistance est marquée pour le genre *pentacrinus*.

Les déductions géologiques tirées des espèces de chez les crinoïdes sont les mêmes que pour les autres séries d'êtres : les espèces, au nombre de 286, sont, à peu d'exception près, spéciales à un seul étage qu'elles ne franchissent pas; aussi sont-elles caractéristiques des étages où elles vivaient.

CRINOIDIENS. — Parmi les familles fossiles de la division des rayonnés, les géologues en ont découvert une, à laquelle on ne connaît encore que peu d'analogues à l'état vivant, et qui mérite une attention spéciale, soit pour son importance numérique, soit pour son extraordinaire beauté.

On rencontre souvent des successions de couches dont chacune est épaisse de plusieurs pieds, et offre plusieurs milles en étendue, dans la composition desquelles les débris calcaires d'encrinites entrent pour plus de moitié. Le marbre à entroques du comté de Derby, et la roche noire des buttes de calcaire carbonifère des environs de Bris-

tol, sont des exemples bien connus de terrains stratifiés ainsi composés ; et ces exemples font voir quelle large part ont eue parfois les débris animaux dans l'accroissement de volume des matériaux qui composent l'enveloppe minérale du globe.

Les débris fossiles dont il s'agit ont été longtemps connus sous le nom de *pierres lilliformes* ou *encrinites*. On les a dernièrement réunis en un ordre, sous le nom de crinoïdes. Cet ordre comprend plusieurs genres et un grand nombre d'espèces, que Cuvier place après les astéries, dans l'embranchement des zoophytes. Presque tous paraissent avoir été fixés, soit sur le fond de la mer, soit sur des corps flottants étrangers (289).

Les deux genres les plus remarquables de cette famille sont connus depuis longtemps des naturalistes sous les noms d'*encrinite* et de *pentacrinite*. Le premier est celui dont les espèces rappellent le plus la forme d'un lys ; elles sont portées sur une tige cylindrique. Les espèces du second genre ont avec les encrinites des analogies générales de structure ; mais la forme pentagonale de leur tige leur a valu le nom de pentacrinite. Un troisième genre, désigné sous le nom d'*apiocrinite* ou *encrinite poire*, fait voir, sur une grande échelle, les parties constituantes du corps dans cette famille, et il a été placé par M. Miller en tête de son ouvrage important sur les crinoïdiens.

Deux espèces récentes ont servi à mettre en lumière la nature de ces débris fossiles ; ce sont la *pentacrinite tête de Méduse*, des Indes occidentales (290), et la *comatule frangée* (*comatula fimbriata*) figurée par M. Miller dans la première planche de son ouvrage sur les crinoïdiens.

Nous allons étudier les arrangements mécaniques que nous offre la structure de deux ou trois des espèces fossiles les plus importantes de cette famille, dans leurs rapports avec les fonctions de zoophytes, destinés à s'emparer de leur nourriture à l'aide de filets tendus, soit que, fixés au fond de la mer, ils soient réduits aux mouvements limités, que leur corps peut exécuter autour d'un point déterminé ; soit qu'ils se servent des mêmes organes en flottant dans les eaux, libres ou fixés, comme les anatifes de l'époque actuelle, à des pièces de bois flottantes.

Malgré la rareté des espèces qui représentent les crinoïdiens, dans la création dont nous faisons partie, cette famille occupait, sous le point de vue numérique, une place importante parmi les habitants des anciennes mers (291). On en peut juger par ce fait que ceux que l'on a déjà découverts ont été répartis en quatre divisions comprenant neuf genres, dont la plupart renferment plusieurs espèces. A voir la construction admirable de chacune des petites pièces osseuses, au nombre de plusieurs milliers, qui entrent dans la composition du corps, on reconnaît qu'elles appartenaient à un instrument d'un fini merveilleux, et renfermant de remarquables arrangements mécaniques. Chacune de ces pièces, dans son action, conservait une harmonie parfaite avec tout le reste, et elles s'ajustaient entre elles de manière à ce que leur ensemble remplît, de la manière la plus complète possible, certaines fonctions spéciales dans l'économie de l'animal dont il faisait partie.

Les osselets, qui constituent le squelette de tous ces animaux, ressemblent aux pièces solides de l'étoile de mer (292). Ils ont pour usage, ainsi que le squelette osseux des animaux vertébrés, de constituer dans l'organisation une charpente solide, destinée à protéger les viscères, et à fournir des points d'appui aux fibres contractiles qui traversent l'enveloppe gélatineuse dont toutes les portions du corps de l'animal sont revêtues (293).

De même que dans les astéries, ce sont les pièces solides qui constituent la plus grande partie du volume de l'animal, La substance calcaire de ces osselets est sécrétée probablement par un périoste ; et il paraît que ce périoste possède la faculté de remplacer, par un nouveau dépôt de substance, les injures accidentelles auxquelles sont exposés

(289) « Cet animal, dit M. Miller, offre une colonne ronde, ovale ou angulaire, formée de nombreux articles, et supportant à son sommet une série de lames ou d'articles qui forment un corps cupuliforme, où sont contenues les viscères, et donnant naissance, à son bord supérieur, à cinq bras articulés qui se divisent en des doigts tentaculiformes plus ou moins nombreux, rangés tout autour de l'ouverture de la bouche. Cette bouche est située au centre d'une voûte composée de plaques, et s'étendant au-dessus de la cavité abdominale ; et elle est susceptible de prendre, par certaines contractions, la forme d'une trompe ou d'un cône. »

(290) Les comatules offrent avec les pentacrinites une conformité de structure presque parfaite dans les parties essentielles, à l'exception de la tige qui manque, ou qui est réduite au moins à une simple plaque. D'après Péron, les comatules se suspendent par leurs bras aux fucus et aux polypiers, guettant leur proie dans cette position, pour la saisir à l'aide de leurs bras et de leurs doigts développés.

(291) La monographie de M. Miller, où sont décrites, jusque dans leurs détails les plus minutieux, les diverses variations de structure de chacune des parties constituantes du squelette dans les divers genres de la famille des crinoïdes, est un admirable exemple de la régularité avec laquelle un même type fondamental se maintient rigoureusement au milieu des modifications variées, qui en constituent les nombreuses formes éteintes, génériques et spécifiques.

(292) Ces osselets ne sont pas de véritables os ; mais ils tiennent à la fois de la nature des plaques de la coquille des oursins et des articles calcaires de l'enveloppe des astéries.

(293) Les fibres contractiles des animaux rayonnés ne se réunissent pas en des masses complexes, comme dans les muscles véritables des animaux des ordres plus élevés ; et le mot *muscle* ne peut pas s'employer dans sa stricte signification à propos des crinoïdiens ; mais, comme plusieurs auteurs ont désigné ainsi les fibres contractiles les plus simples qui mettent en mouvement les petites pièces du squelette de ces animaux, nous croyons devoir le conserver de même dans nos descriptions.

ces animaux si délicatement construits, au sein de l'élément turbulent où ils vivent. On voit, dans l'ouvrage de M. Miller, de nombreux exemples de semblables réparations chez diverses espèces fossiles de crinoïdiens.

Dans l'espèce moderne du genre *pentacrinus*, un des bras est en marche de se reproduire de la même manière que les écrevisses et les crabes reproduisent les pattes et les doigts qu'ils ont perdus, ou les lézards leurs pattes ou leur queue. Les bras des étoiles de mer se reproduisent également lorsqu'ils ont été arrachés.

Ces exemples nous font voir que cette puissance de reproduction est d'autant plus grande que les animaux sont d'ordres plus inférieurs, et que les forces ainsi destinées à porter remède aux injures qui menacent un animal, croissent ou diminuent suivant qu'il y est plus ou moins exposé, ce qui est une conséquence de la condition dans laquelle se trouvent placées les diverses créatures douées de cette faculté à un plus haut degré. — *Voy.* Encrinite et Pentacrinite.

CRISTALLISATION. — *Voy.* l'*Introduction*.

CROCODILES. — Les reptiles fossiles de la famille des crocodiliens ne s'écartent pas assez des genres vivants pour que nous ayons à entrer séparément dans la description d'arrangements qui sont particuliers à chacun, et qui ne se seraient pas perpétués jusqu'à l'époque actuelle, ainsi que nous en avons rencontré dans l'ichthyosaure, le plésiosaure, le ptérodactyle : mais ce fait, qu'ils se sont montrés à l'état fossile, est d'une haute importance; car il prouve que si un grand nombre de formes d'animaux vertébrés n'ont été créées que les unes après les autres, et ont disparu pendant la durée des changements géologiques qui se sont succédé à la surface de notre globe, il en est aussi qui ont traversé tous ces changements, toutes ces révolutions, et qui conservent encore les traits principaux qui les caractérisaient au moment de leur apparition première.

L'examen de l'état du globe et du caractère général de sa population au moment où les crocodiles furent appelés pour la première fois à y prendre place prouve que la classe des reptiles était la plus élevée de celles qui existaient alors, et que, à l'exception des seuls poissons, il n'existait pas d'autres animaux vertébrés. C'est donc dans cette dernière classe surtout que les reptiles carnivores de cette époque reculée ont dû trouver leur pâture; et si, dans la famille actuelle des crocodiliens, il en est qui soient piscivores à un degré prononcé, leur forme est précisément celle que nous devons nous attendre à rencontrer dans ces genres fossiles les plus anciens, qui ont dû se nourrir principalement de poissons.

Parmi les sous-genres actuels de la famille des crocodiliens, le gavial du Gange offre un museau mince et allongé, approprié à un régime piscivore; tandis que le museau plus court et plus robuste des crocodiles et des alligators à tête aplatie leur permet de saisir et de dévorer les quadrupèdes qui, dans ces pays chauds, viennent boire au bord des rivières. Comme, pendant la durée de ces périodes secondaires, il n'existait presque aucun mammifère (294), alors que les eaux, au contraire, étaient abondamment peuplées de poissons, nous pourrions donc *à priori* prévoir que, si quelque forme de crocodilien apparut à cette époque, elle dut se rapprocher surtout de celle de nos modernes gavials. Et l'on n'a en effet rencontré jusqu'ici que des genres à museau allongé, soit dans les formations antérieures à la craie, soit dans la craie elle-même; tandis que les crocodiles vrais, ceux dont le museau court et aplati rappelle les caïmans et les crocodiles proprement dits, apparaissent pour la première fois dans les couches des périodes tertiaires où les débris de mammifères se rencontrent en grande abondance (295).

Durant ces grandes périodes signalées par l'existence des mammifères lacustres, et où un très-petit nombre des carnivores actuels avait reçu l'existence, il paraît que c'est aux crocodiles que fut dévolue la fonction importante de limiter dans de justes bornes l'accroissement excessif des herbivores aquatiques; et leurs habitudes les y rendaient éminemment propres. Ainsi l'histoire passée des crocodiliens nous offre une nouvelle preuve de l'action régulière d'un plan invariable dans l'économie de la nature animée, plan qui dirige chaque individu de telle façon que, tout en obéissant à son instinct propre, et recherchant son propre bien-être, il ne cesse pas d'être un instrument du bien-être général de tout l'ensemble des créatures qui vivent en même temps que lui.

Cette famille des crocodiliens, qui vit habituellement dans les eaux douces, se rencontre dans plusieurs lits où ses débris sont mêlés à ceux d'autres reptiles et de coquilles qui ont certainement vécu dans les eaux de

(294) Les petits opossum de la formation oolitique de Stonesfield, près d'Oxford, sont les seuls mammifères terrestres dont on ait rencontré les débris dans des couches antérieures à la période tertiaire.

(295) On a découvert de ces crocodiles dans la craie de Meudon, dans l'argile plastique d'Auteuil, dans l'argile de Londres, dans le gypse de Montmartre, et dans les lignites de Provence.

Les crocodiliens modernes à museau déprimé, bien qu'ils soient doués de la faculté de saisir des mammifères, ne sont pas uniquement restreints à ce genre de nourriture; ils détruisent aussi une grande quantité de poissons, et surprennent même parfois des oiseaux. Ce régime omnivore, qui est maintenant celui de l'ensemble de la famille des crocodiliens, paraît avoir son principe dans la nature même de la proie qui s'offre à leur voracité, et qui est beaucoup plus variée qu'à l'époque où le museau de la famille tout entière était organisé, comme l'est de nos jours celui du gavial, pour un régime surtout piscivore.

la mer. Cuvier fait observer que ce premier fait, joint à ce qu'on les rencontre dans un grand nombre d'autres circonstances en compagnie de tortues d'eau douce, démontre qu'il exista des terres fermes arrosées par des rivières dès l'époque reculée où ces couches furent déposées, et longtemps avant la formation des couches lacustres tertiaires des environs de Paris (296). La famille des crocodiliens comprend maintenant douze espèces, dont un gavial, huit crocodiles vrais et trois caïmans. Il existe en outre un grand nombre d'espèces fossiles ; Cuvier en a établi lui-même jusqu'à six, et il en est plusieurs appartenant aux formations secondaires et tertiaires de l'Angleterre qui n'ont pas été décrites (297).

Il est tout à fait inutile, pour le but que nous nous proposons, de nous livrer à une comparaison minutieuse de l'ostéologie des genres et des espèces vivantes et fossiles qui constituent cette famille. Il nous suffira d'observer que leur système de dentition est partout le même, et que chez tous il a été pourvu aux chances extraordinaires de destruction qui menacent les dents par une réserve de ces organes essentiels plus riche que chez aucun autre animal. (*Voy.* Ichthyosaure.) Comme les crocodiles parvenus à leur dernier état d'accroissement n'ont pas moins de quarante fois le volume qu'ils avaient en sortant de l'œuf, il leur a été donné de changer de dents beaucoup plus fréquemment qu'aux mammifères, afin qu'elles se trouvassent en proportion exacte avec le reste de l'organisation à toutes les périodes de leur existence ; et les habitudes de rapine qui caractérisent ces animaux étant cause que des dents supportées par une mâchoire aussi prolongée sont plus exposées à être détruites, ce même arrangement offre de plus cet autre avantage de remplacer les pertes occasionnées par des cassures accidentelles.

Ces forces réparatrices ainsi appliquées à l'avance à la satisfaction de besoins qui n'existent pas encore, à la réparation d'accidents de longtemps prévus, sont un argument de plus que nous offrent ces arrangements pleins de prévoyance, pour démontrer par l'existence d'un plan général l'action d'une intelligence régulatrice dans la création et dans la conservation des mécanismes animaux où se rencontrent de telles dispositions.

La présence de crocodiliens aussi étroitement alliés à nos gavials actuels, dans les mêmes couches anciennes où l'on rencontre les premières traces des plésiosaures et des ichthyosaures, nous semble tout à fait en opposition avec toute théorie qui voudrait trouver dans ces derniers animaux la souche des premiers, en invoquant quelque procédé graduel de transformation ou de développement. L'apparition de ces trois familles de reptiles paraît avoir été à peu près simultanée ; et ils ont continué d'exister simultanément jusqu'à la fin des formations secondaires, époque où les ichthyosaures et les plésiosaures ont disparu, et où ont commencé d'exister les formes crocodiliennes se rapprochant du caïman et des crocodiles proprement dits.

CRUSTACÉS. — Ce sont des animaux libres, à respiration branchiale, dont le thorax, très-développé, est recouvert d'une carapace dans laquelle, en avant, la tête est engagée. L'abdomen est composé d'articles. On compte cinq à sept paires de pattes, quelquefois des fausses pattes et des appendices maxillaires pairs.

Les crustacés, comme tous les autres animaux annelés qui ont la charpente solide, le squelette, ou les points d'appui des organes du mouvement purement extérieurs, offrent, dès lors, un mode de conservation tout différent des animaux vertébrés. En effet, on ne trouve plus des os de forme si variable, mais seulement des anneaux de leur charpente extérieure, ou divers articles de leur corps et de leurs membres. Les crustacés se rencontrent beaucoup plus fréquemment que les autres animaux annelés, parce qu'ils vivaient dans la mer, où se déposaient plus de sédiments, et que leur enveloppe extérieure, par sa composition plus dense, offrait plus de résistance dans les milieux de destruction. On rencontre des crustacés entiers, parfaitement conservés, dans les couches sédimentaires qui les ont enveloppés, les uns avec leur carapace, les autres, à l'état d'empreintes et de moule. Les couches de tous les âges géologiques renferment des crustacés entiers ou presque entiers, depuis

(296) M. Geoffroy Saint-Hilaire a formé, avec les sauriens fossiles, qui ont un bec étroit et allongé comme celui du gavial, les deux nouveaux genres *téléosaurus* et *sténéosaurus*. Chez le premier, les narines sont, avec l'extrémité du museau, dans un plan presque vertical, chez le sténéosaurus, le canal nasal s'ouvre presque de la même manière que chez le gavial, se dirigeant en haut et se recourbant de chaque côté de façon à former à peu près un demi-cercle. (*Recherches sur les grands sauriens.*)

(297) Un des plus beaux échantillons du genre fossile téléosaurus que l'on ait découvert jusqu'ici le fut, en 1824, dans le schiste alumineux de la formation du lias, à Saltwich, près de Whitby, et il a été figuré par MM. Young et Bird, dans leur *Geological Survey of the Yorkshire Coast*, 2e édition, 1828. Il a environ dix-huit pieds de longueur totale; la tête est large de douze pouces; le museau long et mince comme chez les gavials; les dents au nombre de cent-quarante sont toutes petites et minces, et rangées sur une seule ligne presque droite.

Quelques phalanges onguéales conservées à la patte postérieure prouvent que ces extrémités se terminaient par des ongles longs et tranchants propres à la locomotion terrestre; d'où nous pouvons conclure que ce n'était pas un animal exclusivement marin ; et la nature des coquilles qui se rencontrent associées avec les débris du sténéosaure et du téléosaure dans le lias et dans les formations oolitiques, rendent probable que ces reptiles ne fréquentaient que des mers peu profondes. D'après M. Lyell, la plus grande espèce de crocodile du Gange quitte parfois les eaux saumâtres du Delta, et s'aventure jusque dans la mer.

la première animalisation du globe jusqu'aux terrains tertiaires de la Tamise et de Dax. Lorsqu'on ne rencontre pas de crustacés entiers on est au moins certain d'en trouver un grand nombre de débris. Il est même certaines couches qui renferment une telle quantité de débris de pattes qu'elles en sont caractérisées, comme on le voit, dans l'étage turonien des terrains crétacés d'Uchaux (Vaucluse), et dans l'étage parisien supérieur des sables tertiaires de Ver (Oise), aux environs de Paris. Des espèces d'entomostracés (cipris) abondent tellement sur certains points qu'ils couvrent la surface des couches.

Les empreintes physiologiques des pas de crustacés paraissent s'être montrées près de Bath et de Lyme (Angleterre), mais ces exemples sont très-rares.

Les caractères des organes solides varient extrêmement dans cette classe pour chacune des divisions qu'elle comprend. Ces divisions sont au nomdre de trois; elles sont ici fondées principalement sur la conformation de la bouche : ce sont les crustacés *masticateurs*, dont la bouche est armée de mâchoires; les *suceurs*, dont la bouche est formée d'un bec tubulaire armé de suçoirs; les *xiphosures*, dont la bouche ne présente pas d'appendices qui lui appartiennent en propre, mais qui est entourée de pattes dont la base fait office de mâchoires.

L'histoire des crustacés fossiles a été jusqu'ici presque entièrement délaissée par les paléontologistes et leurs rapports avec les genres actuellement existants de cette classe importante du règne animal sont encore peu connus. On peut juger toutefois quelle place importante occupent ces animaux dans certaines formations, par ce fait qu'il en existe dans le cabinet du comte Munster environ soixante espèces provenant d'une seule couche du calcaire jurassique de Solenhofen.

Les belles recherches de M. Desmarest ont mis en lumière les analogies qui existent entre les espèces actuelles et certaines espèces fossiles de crustacés. Il a fait voir que toutes les inégalités extérieures de la coquille sont dans un rapport constant avec les dispositions distinctes de l'organisation intérieure. En appliquant ce mode d'investigation aux espèces fossiles, il en a déduit une méthode toute nouvelle pour les comparer avec les crustacés vivants; et il est arrivé à établir d'heureuses analogies entre les membres éteints et les membres encore existants de cette classe nombreuse, même sur des échantillons où manquaient complétement les pattes, et les autres parties qui servent de fondement aux distributions génériques.

Les crustacés, comme les reptiles et les poissons, ont occupé tous les étages, sans montrer de progression croissante régulière, mais bien un remplacement successif des genres, depuis les époques les plus anciennes de l'animalisation jusqu'à nos jours.

La comparaison des ordres entre eux dans leur apparition chronologique nous donne les résultats suivants : Les *trilobites* se sont montrés en grand nombre avec la première animalisation du monde, sans sortir des terrains paléozoïques. Ils naissent, en effet, avec l'étage silurien, paraissent atteindre le maximum de leur développement avec l'étage murchisonien, mais ne s'élèvent pas au-dessus de l'étage carbonifèrien. Ils sont complétement inconnus dans les mers actuelles.

Les *cyproïdes* ont commencé avec les terrains paléozoïques, et se sont continués dans tous les étages, en montrant aujourd'hui leur maximum de développement générique.

Les *xiphosures* se sont montrés avec les terrains paléozoïques, où leurs genres ont été le plus nombreux, puisqu'un seul sur trois existe aujourd'hui.

Les *décapodes*, les plus nombreux des crustacés, commencent avec les terrains triasiques par un genre, et vont toujours en augmentant de formes génériques, dans les terrains jurassiques, jusqu'à l'étage oxfordien; ils diminuent ensuite; mais, à l'époque actuelle, ils sont en pleine voie croissante.

Les *isopodes* paraissent à la partie supérieure des terrains jurassiques et augmentent beaucoup le nombre de leurs genres dans l'époque actuelle; ils sont, de même, en voie croissante de développement. On peut en dire autant des *stomapodes* et des *amphypodes*.

Quand on voit les trilobites et les cyproïdes, les plus imparfaits des crustacés, se montrer les premiers sur la terre, et surtout les trilobites disparaître entièrement à la fin de la première grande époque de l'animalisation du globe, on doit naturellement en conclure que, dans cette série, la loi du perfectionnement successif est très-marquée, puisque les plus parfaits, les décapodes, ne se montrent que cinq étages plus tard avec les terrains triasiques, et qu'ils ont aujourd'hui un développement incomparablement plus grand que tous les autres ordres.

Déductions zoologiques générales. — L'ensemble numérique des genres, sans avoir égard aux ordres, nous montre environ 40 genres dans les terrains paléozoïques, *deux* dans les terrains triasiques, 36 dans les terrains jurassiques, *six* dans les terrains crétacés, et 24 dans les terrains tertiaires. Si l'on n'avait égard qu'aux genres fossiles, on pourrait croire que le maximum de développement générique a eu lieu avec la première animalisation du globe; mais ces proportions disparaissent quand on voit que les genres connus dans la faune actuelle dépassent le chiffre de *deux cents*. Il en faudra conclure que, suivant les ordres, ou pris dans leur ensemble, les crustacés ont toujours marché du simple au composé, dans une progression croissante de formes animales.

Les déductions climatologiques et géographiques sont les mêmes que pour les mammifères. (*Voy.* ce mot.)

Les *déductions géologiques tirées des genres*

sont très-marquées. Les *caractères négatifs* nous montrent que les cent genres connus à l'état fossile sont limités dans les terrains et dans les étages, et qu'ils peuvent tous être employés. Les trilobites, par exemple, qui manquent dans les terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires, sont d'excellents caractères négatifs pour ces terrains et pour leurs étages, ainsi que ceux qui manquent, au contraire, dans les terrains paléozoïques, comme tous les autres ordres. Les *caractères positifs* sont aussi faciles à saisir, puisque les *cent* genres que nous avons cités comme fossiles sont d'excellents caractères positifs à consulter. Ils le sont d'autant plus, que 68 d'entre eux, n'arrivant pas à l'époque actuelle, sont perdus aujourd'hui, et que, sur ce nombre, 35 n'occupent jusqu'à présent qu'un étage.

La persistance des caractères, ainsi que les déductions qu'on peut tirer des espèces, sont ici les mêmes qu'ailleurs. — *Voy.* TRILOBITES.

CTÉNOIDIENS. *Voy.* POISSONS.

CYCADÉES. — La flore de la série secondaire (298) est intermédiaire par ses caractères entre la végétation insulaire de la série de transition et la flore continentale des formations tertiaires. La grande abondance des cycadées, réunies aux conifères (299) et aux fougères (300) en caractérise surtout la physionomie.

M. Ad. Brongniart énumère environ soixante-dix espèces de plantes terrestres appartenant aux formations secondaires, depuis le keuper jusqu'à la craie inclusivement; la moitié de ces plantes sont des conifères ou des cycadées, et sur cette moitié, vingt-neuf appartiennent à la seule famille des cycadées; l'autre moitié se compose en presque totalité de cryptogames vasculaires, telles que des fougères, des équisétacées et des lycopodiacées. Dans notre végétation actuelle, les conifères et les cycadées entrent à peine pour une trois centième partie (301).

La famille des cycadées ne comprend que deux genres actuellement existants, les genres *cycas* et *zamia*. On connaît cinq espèces appartenant au premier, et dix-sept appartenant au second; aucune espèce de l'un ni de l'autre genre ne croît maintenant en Europe. Les principales localités où on les rencontre sont l'Amérique équinoxiale, les Indes occidentales, le cap de Bonne-Espérance, Madagascar, les Indes, les Moluques, le Japon, la Chine et la Nouvelle-Hollande.

Quatre ou cinq genres et trente-neuf espèces de cycadées font partie de la flore de la période secondaire; mais les débris de cette famille sont très-rares dans les couches de transition et dans la série tertiaire (302).

Les cycadées constituent une belle famille de plantes que leurs formes extérieures font ressembler aux palmiers, tandis que plusieurs points essentiels de leur structure interne les rapprochent des conifères. Une troisième particularité de leur organisation les rapproche en outre des fougères; nous voulons parler de leur enroulement ou du mode suivant lequel leurs feuilles, encore renfermées dans l'intérieur des bourgeons,

(298) M. Ad. Brongniart, dans la classification des plantes fossiles, a formé un groupe distinct avec quelques espèces qui ont été trouvées dans la formation du grès bigarré, immédiatement au-dessus de la houille. Dans la division que nous suivons ici pour les couches, ce grès bigarré appartient à la série secondaire, et en est l'un des étages les plus anciens. Cinq algues, trois calamites, cinq fougères, cinq Conifères, deux Liliacées et trois Monocotylédones incertaines; telle est la totalité des plantes dont se compose cette petite flore.

(299) Nous renvoyons à ce qu'a dit Witham sur les conifères du lias, dans ses *Observations sur les végétaux fossiles* (1833).

(300) Cotta, dans son ouvrage intitulé : *Dendrolithen*, publié à Dresde en 1832, a donné un travail intéressant, accompagné de figures, dans lequel il fait connaître la structure interne des fougères fossiles arborescentes de la période secondaire, qui paraissent appartenir surtout au nouveau grès rouge de Chemnitz, près de Dresde.

(301) Bien que l'on rencontre dans les terrains secondaires plusieurs sortes de lignites, les végétaux fossiles de cette série n'y forment que très-rarement des lits d'une houille de quelque valeur. La houille imparfaite de marais du Cleveland, près de Whitby, et de Brora, dans le Sutherland, appartient à la région inférieure de la formation oolitique. Il en est de même de la houille bitumineuse de Buckeberg, près de Minden en Westphalie.

La houille de Hoer, dans la Scanie, appartient à la formation wealdienne ou au sable vert. (*Annales des sciences naturelles*, t. IV, p. 200.)

(302) « Le comte Sternberg m'a fait savoir dans une lettre que j'ai reçue de lui (août 1835) qu'il a trouvé dans la formation houillière de la Bohême des cycadées et des zamites dont il publiera les figures dans le septième et dans le huitième cahier de sa *Flore du monde primitif*. C'est là, je crois, la première rencontre qui ait été faite de plantes appartenant à cette famille, dans les couches de la série carbonifère.

« Dans une visite que j'ai faite tout récemment à la belle collection géologique du Muséum de Strasbourg, j'ai appris de la bouche de M. Woltz qu'une tige de *Cycadite* que l'on y voit, et que M. Ad. Brongniart a décrite comme une *Mantellia* du calcaire conchylien (*Muschelkalk*) de Lunéville, provient en réalité du lias des environs de cette ville, M. Voltz ne connaît aucun exemple de Cydadites de muschel kalk, On rencontre aussi dans le lias de Lyme-Regis des tiges et des feuilles de cycadées. » (LINDLEY, *Flore fossile*, n. 143.) — BUCKLAND.

Le dépôt le plus abondant de feuilles fossiles de cycadées qu'il y ait en Angleterre se trouve dans la formation oolitique de la côte du Yorkshire entre Whitby et Scarborough. (Voyez M. Phillips, *Illustrations of the Geology of Yorkshire*. On rencontre aussi dans le schiste oolitique de Stonesfield des feuilles appartenant à cette famille. (LINDLEY et HUTTON, *Flore fossile*, pl. 172 et 175.)

La planche 135 de ce dernier ouvrage représente les cônes que les auteurs rapportent au genre zamia du grès de la formation wéaldienne de Yaverland, sur la côte sud de l'île de Wight.

M. Adolphe Brongniart a établi dans la famille des Cycadées un nouveau genre fossile *nilsonia* que l'on trouve à Hoer, en Scanie, dans des couches de la formation wéaldienne ou du sable vert, et un autre genre *Ptérophyllum*, qui se trouve depuis le nouveau grès rouge jusqu'à la formation wéaldienne.

se contournent à leur extrémité supérieure.

Je choisirai cette famille des cycadées dans la flore fossile de la période secondaire, et j'entrerai sur son organisation dans quelques détails ayant pour but de faire connaître, par un exemple, la méthode d'analyse qui a conduit les géologues à la connaissance de la structure et de l'économie des espèces végétales fossiles, et l'importance des conclusions auxquelles ils sont arrivés. C'est en voyant les progrès récents qu'a faits la physiologie végétale que l'on peut apprécier avec justesse la haute importance des investigations microscopiques ; car nous devons à leur seul secours d'avoir pu reconnaître l'identité de structure qui existe entre ces végétaux d'une antiquité si reculée et ceux que nous sommes maintenant à même d'étudier à l'état vivant.

Les recherches physiologiques que l'on a faites dans ce dernier temps sur les espèces vivantes de cycadées ont fait voir que ces végétaux occupent une place intermédiaire entre les palmiers, les fougères et les conifères, et qu'ils ont avec chacune de ces familles certains points de ressemblance. Il résulte de là qu'il y a intérêt tout particulier à retrouver une structure semblable dans des plantes fossiles, qu'on peut rapporter à une famille aussi remarquable par ses caractères.

Les formes et le facies des plantes qui composent ce genre si remarquable ressemblent aux palmiers par la magnifique couronne d'un gracieux feuillage qui ceint la tête de leur tronc simple et cylindrique. Ce tronc, dans le genre cycas, est d'ordinaire allongé, il atteint jusqu'à trente pieds dans le *cycas circinalis* (303). Chez les zamia, au contraire, le tronc est communément d'une petite taille.

L'inflorescence du genre zamia consiste dans un cône unique ressemblant à un fruit d'ananas dépourvu de la touffe de feuilles qui la termine et naissant du sein du bouquet de feuilles qui couronne la tige.

Le tronc des cycadées n'est point entouré d'une écorce véritable; mais il est enfermé dans une enveloppe compacte composée des écailles persistantes qui ont formé la base des feuilles tombées et qui, avec d'autres écailles avortées, constituent une couche externe tenant lieu d'écorce.

M. Buckland a publié en commun avec M. de La Bêche, dans les *Transactions géologiques de Londres*, une note sur les circonstances dans lesquelles se sont rencontrés des troncs fossiles silicifiés de cycadées dans l'île de Portland, immédiatement au-dessus de la pierre de Portland et au-dessous de la pierre de Purbeck. Ces troncs sont renfermés dans les mêmes lits de terreau noir où ils se sont developpés, et ils y sont accompagnés par des troncs couchés de grands arbres conifères convertis en silex et par des souches de ces mêmes arbres maintenues dans une position droite, avec leurs racines encore enfoncées dans leur sol natal.

De semblables souches d'arbres enracinées dans le terreau où elles ont pris naissance se voient dans la falaise située immédiatement à l'est de Lulworth-Cove (comté de Dorset). Comme les couches ont été soulevées jusqu'à une inclinaison de près de quarante-cinq degrés, les couches dont il s'agit ont conservé l'inclinaison anormale dans laquelle le soulèvement les a placées.

Ces faits prouvent que des plantes d'une famille qui, de nos jours, est limitée aux régions les plus chaudes de notre globe, croissaient aux périodes reculées dont il s'agit, sur la côte sud de l'Angleterre (304).

Comme dans tous ces divers cas les feuilles ne se sont pas trouvées réunies aux troncs fossiles de cycadées, nous sommes forcés de nous en tenir aux caractères distinctifs qui nous sont fournis par la structure du tronc et des écailles qui le recouvrent.

On trouve entre nos cycadites fossiles et les espèces récentes une correspondance toute semblable sous le rapport de la structure interne des écailles ou de la base des feuilles tombées qui recouvrent la tige.

Mode identique d'accroissement par des bourgeons chez les espèces récentes et chez les espèces fossiles de cycadées. — Le *cycas revoluta* offre un intérêt particulier dans ses relations avec l'une et l'autre de nos deux es-

(303) Dans le *Magasin botanique* de Curtis, 1828, pl. 2026, le docteur Hooker a publié la figure d'un Cycas circinalis qui a fleuri en 1827 dans le jardin botanique d'Edimbourg.

(304) La structure de ce district offre aussi un remarquable exemple des témoignages que nous fournit la géologie d'élévations et d'abaissements successifs dans les couches, mouvements qui se sont produits parfois avec lenteur, parfois avec violence, pendant que se formait la croûte de notre planète.

En premier lieu nous y trouvons la preuve que la pierre de Portland s'éleva jusqu'à ce qu'elle atteignit la surface de la mer où elle fut formée.

Puis cette surface devint une terre émergée qui se couvrit temporairement d'une forêt, pendant un intervalle dont la durée nous est indiquée par un lit de terreau noir que l'on désigne sous le nom de *dirt bed* (couche de boue), et aussi par les couches annuelles d'accroissement des grands troncs pétrifiés qui se montrent renversés par terre, et dont les racines se sont développées dans le terreau même dont il est question.

En troisième lieu, nous voyons que cette forêt des temps reculés s'est graduellement engloutie, d'abord au-dessous des eaux d'un lac d'eau douce, puis d'un golfe d'eau saumâtre, puis d'une mer profonde où se sont déposées des couches crétacées et tertiaires d'une épaisseur de plus de 2,000 pieds.

Enfin tout l'ensemble de ces couches a été de nouveau soulevé par les efforts des agents internes et porté à la place qu'elles occupent maintenant dans les collines du comte de Dorset.

De semblables conséquences relativement aux soulèvements et aux dépressions alternatives de la surface du globe nous sont fournies par la position dressée qu'occupent les calamites dans le grès de la formation oolitique inférieure, sur la côte est du comté d'York. (*Voyez* M. Murchison, *Proceeding of Geolog. Society of London*, page 391.)

pèces fossiles, par l'existence d'une série de bourgeons naissant de l'aisselle de plusieurs des écailles qui entourent le tronc (305). Ces bourgeons nous expliquent des apparences analogues qui se voient à l'aisselle de plusieurs des écailles fossiles du *cycadites megalophyllus* et du *cycadites microphyllus*, et ils établissent une connexion physiologique des plus importantes entre les cycadées vivantes et les cycadées fossiles.

Ainsi nos deux cycadées fossiles sont étroitement rapprochées des cycadées actuelles par un grand nombre de caractères remarquables, tels que :

1° La structure interne de leur tronc qui contient un ou plusieurs cercles rayonnants de fibres ligneuses, au sein d'une masse de tissu cellulaire ;

2° La structure de leur enveloppe extérieure formée par les bases persistantes des pétioles, qui tiennent lieu d'écorce ; et en outre par plusieurs détails de la structure interne de chacun de ces pétioles en particulier ;

3° Leur mode d'accroissement par bourgeons qui naissent de germes situés dans l'aisselle des pétioles.

Si reculée que soit l'époque où ont cessé d'exister ces types primitifs de la famille des cycadées, cet ensemble étendu de particularités d'organisation qui leur sont communes avec les cycadées actuelles rattache ces arrangements anciens de la botanique fossile à ceux qui caractérisent l'une des familles de plantes les plus remarquables parmi celles qui font partie de la création actuelle. Les cycadées de nos jours, par suite de cette structure particulière, deviennent un anneau important que nous ne pourrions rencontrer dans aucun autre groupe, et qui, réunissant la grande famille des conifères aux familles des palmiers et des fougères, comble ainsi l'intervalle qui existe entre les trois grandes divisions naturelles des dicotylédons, des monocotylédons et des acotylédons.

Le grand développement qu'a pris ce groupe intermédiaire, dans les périodes secondaires de l'histoire géologique, est une preuve importante de l'uniformité de plan qui a toujours présidé et qui préside maintenant encore aux lois de l'organisation végétale.

Des faits semblables sont d'un prix inestimable pour la théologie naturelle, car cette identité dans les détails de l'œuvre tout entière de la création nous y fait reconnaître partout la main d'un seul et même architecte. Ils parlent au physiologiste un langage bien autrement puissant que celui de l'éloquence humaine ; ils appellent en quelque sorte ces troncs et ces pierres qui sont demeurés ensevelis pendant des âges sans nombre dans les profondeurs de la terre à proclamer un seul *Créateur*, dirigeant tout, soutenant tout, dans la volonté et la puissance duquel tous ces harmonieux systèmes ont pris leur origine, et dont l'universelle providence les a toujours maintenus et continue de les maintenir encore.

CYCLES. *Voy.* POLYPIERS.

CYCLOIDIENS. *Voy.* POISSONS.

D

DALMAS (J.-B.). — M. Dalmas, membre de la Société géologique de France, a publié en 1852 un livre intitulé : *La cosmogonie et la géologie, basées sur les faits physiques, astronomiques et géologiques qui ont été constatés ou admis par les savants du* XIX^e^ *siècle, et leur comparaison avec la formation des cieux et de la terre selon la Genèse.* Ce cosmogoniste a emprunté à Laplace et à M. Godefroy leurs théories ; il en a rejeté certaines idées, en a modifié d'autres, y a joint les siennes, et de tout cela il est sorti une conception romanesque que M. Dalmas s'efforce d'ajuster à la Genèse. Nous n'entrerons point dans les longs développements qu'il présente dans son ouvrage, les bases de ce système étant discutées dans plusieurs articles de ce dictionnaire auxquels nous renvoyons. (*Voy.* LAPLACE, GODEFROY, JOURS-PÉRIODES, COSMOGONIE, etc. Nous nous bornerons à présenter le résumé que l'auteur a tracé lui-même de sa théorie appliquée au récit génésiaque.

Le ciel, créé dès le commencement du pre-

(305) Cette plante a vécu plusieurs années dans les serres de lord Granville, à Dropmore. Dans l'automne de 1827, on enleva la partie la plus extérieure de l'enveloppe écailleuse, pour la débarrasser des insectes ; au printemps suivant les bourgeons commencèrent à se développer. On voit de semblables bourgeons dans la même serre sur un *zamia spiralis* de la Nouvelle-Hollande. Dans le tome VI des *Horticult. Transact.*, page 501, on assure que des feuilles se sont développées sur les écailles d'un tronc carié de *zamia horrida*, dans une serre à Saint-Pétersbourg.

D'après le professeur Henslow le tronc d'un *cycas revoluta* qui, en 1830, a produit un cône chargé de fruits mûrs, dans la serre chaude du comte Fitzwilliam, à Wentworth, se recouvrit d'un grand nombre de bourgeons prenant leur origine dans l'aisselle des écailles extérieures, après que l'on eut enlevé le cône qui le terminait à son sommet. On voit figurer dans les *Transactions linnéennes*, t. VI, pl. 2^e^, un cône semblable qui porta des fruits, au château de Farnham, en 1799.

On lit dans le *Dictionnaire du jardinier*, par MILLER, que le *cycas revoluta* fut introduit en Angleterre vers 1738, par le capitaine Hutchinson. Dans une attaque que le vaisseau qui le portait eut à soutenir, la tête de la plante se trouva coupée par une balle, mais la tige ayant été conservée donna naissance à de nouvelles têtes qui en furent détachées, et constituèrent autant de plantes séparées

mier jour, dit M. Dalmas, *était l'espace ou l'étendue qui renferma, durant le premier jour, toute la matière élémentaire, soit pondérable, soit impondérable de l'univers.*

Au commencement du second jour, un autre ciel concentrique, appelé d'abord firmament et puis ciel, se forma au sein du premier ciel, et le second ciel renferma dès lors toute la matière pondérable de l'univers. Nous avons vu, en effet, qu'il ne resta plus, le second jour, aucun atome de matière pondérable dans l'espace vide compris entre le cercle G C et le cercle C M (306), *et que le premier ciel alors réduit à cet espace vide, contenait seulement au deuxième jour, le fluide impondérable de l'éther à l'état latent.*

Nous avons dit encore que le second ciel ne fut point achevé à la fin du second jour ; que ce ciel, en un mot, ne fut que la première sphère ou premier cercle du ciel étoilé, de ce firmament du ciel où parurent successivement les innombrables luminaires destinés à éclairer la terre et le ciel dont ils furent l'ornement à la fin du quatrième jour.

Nous avons dit encore que ce fut précisément parce que le second ciel ne fut pas achevé à la fin du second jour, que Dieu ne lui donna pas sa sanction comme il l'a donnée à chacun de ses ouvrages exécutés le premier et les quatre derniers jours de la création, par cette formule laudative : DIEU VIT QUE CELA ÉTAIT BON. (*Gen.* 1, 1, 4, 10, 12, 19, 21, 25, 31.)

Enfin, nous avons vu comment tous ces firmaments ou sphères parallèles et concentriques, dont l'ensemble constitua le ciel étoilé au quatrième jour, s'étaient formés successivement dans le sein du ciel, créé le premier jour, d'après les lois physiques imposées à la matière dès le principe de la création.

La terre, créée aussi au commencement du premier jour, était vide, vaine, incomposée, incohérente, et fluide comme un gaz : c'était, suivant Moïse, un abîme ou océan de matière diffuse impalpable, invisible, en un mot, une nébuleuse unique et universelle. Mais, aussitôt qu'elle commença à se condenser, et que son électricité intérieure, sa lumière latente, son éther intérieur se porta à sa surface, Moïse se sert d'un autre nom, il l'appelle onde ou matière liquide et fluide comme l'eau, pour exprimer que la matière élémentaire commença à prendre alors un état un peu moins gazeux, un peu moins diffus qu'au commencement de sa création.

Au second jour cette matière fluide, cette onde, selon l'expression biblique, fut divisée et séparée en eaux sous-célestes et en eaux célestes par le premier firmament, c'est-à-dire par la première sphère que décrivit dans l'espace (le premier ciel), l'anneau de matière fluide qui, au commencement du troisième jour, devint par concentration notre nébuleuse solaire (la nébuleuse génératrice du globe terrestre et des autres corps planétaires de notre système solaire).

Puis enfin, au milieu du troisième jour notre nébuleuse solaire, formée par la concentration vers un seul point de toute la matière fluide sous-céleste (de toutes les eaux sous-célestes), se divisa en diverses masses ou congrégations planétaires; et chacune de ces masses planétaires se condensant à son tour, vers son propre centre de gravité, se trouva divisée, par le fait même de cette condensation, en deux éléments distincts, savoir : l'élément aride ou solide qui prit alors le nom de terre, et l'élément liquide et fluide qui prit alors le nom de mers. Moïse ne distingue pas encore la partie liquide de la surface de ces corps d'avec la partie restée fluide dans leurs atmosphères, parce que la vapeur et les gaz résolubles en eau ne devaient se séparer que graduellement des gaz permanents ou atmosphériques, par l'effet de l'affinité des éléments, et surtout à la faveur de l'augmentation de chaleur que l'apparition du soleil devait produire au quatrième jour pendant le jour, et du refroidissement que sa disparition successive devait produire pendant la nuit. Bien plus, pour mieux rendre l'idée de la fluidité et de la confusion, durant le troisième jour, de ces deux éléments répandus tout autour de l'aride comme un vêtement (307), *Moïse les désigne, sans distinction, par le nom de mers ou amas d'eaux.*

Mais, lorsque la séparation des deux éléments liquide et fluide fut accomplie, à l'époque du déluge universel, nous avons vu que Moïse avait conservé le nom d'abîme à la matière restée fluide dans les diverses atmosphères des corps célestes, et qu'il avait en même temps donné le nom de cataractes du ciel, ou grands réservoirs d'eaux célestes, aux congrégations d'eaux déposées à leurs surfaces : en sorte que les fontaines du grand abîme n'ont été réellement que des pluies torrentielles descendues sur la terre des diverses atmosphères des corps célestes (des corps de notre système solaire), de même que les cataractes du ciel ouvertes pendant quarante jours et quarante nuits n'ont été que les mers des mêmes corps célestes ouvertes par la toute-puissance de Dieu pour submerger toute la terre et noyer tous ses habitants, à l'exception de la famille de Noé et des animaux renfermés dans l'arche.

Le fluide impondérable que Moïse a nommé un esprit divin, faute de connaître les noms scientifiques d'éther et de thermo-électricité des physiciens modernes, commença dès le premier jour à se porter peu à peu à la surface de la nébuleuse universelle, à mesure qu'elle se comprimait en se condensant.

C'est pour cela aussi que Moïse s'est servi à dessein de l'imparfait FEREBATUR *et non du parfait défini, afin de nous donner une juste idée de l'ascension graduelle du fluide électrique et de son effusion à la surface de l'onde (ou nébuleuse); car le terme hébreu, traduit en latin par* FEREBATUR, *signifie que ce fluide se répandait et vibrait à la surface. A la fin du premier jour, lorsque ce fluide électrique*

(306) Ces lettres se rapportent à des figures que donne l'auteur pour faire comprendre ses idées.

(307) *Abyssus sicut vestimentum, amictus ejus. Psal.* CIII, 6.)

commença à devenir lumineux, Moïse nous dit encore à dessein que Dieu considéra la lumière et qu'il la sépara enfin des ténèbres, après l'avoir reconnue bonne.

Il est évident que cette lumière ne fut point une émanation du soleil, qui fut formé seulement à la fin du quatrième jour. Moïse savait donc trois mille ans avant les découvertes de la science, trois mille ans avant l'invention des télescopes, que le soleil n'est point la source et le foyer de la lumière; qu'il est, au contraire, un corps opaque et obscur, entouré d'une atmosphère lumineuse, en perpétuelle incandescence, par l'effet de la vibration qu'il imprime à l'éther.

Nous avons encore vu que cette lumière électrique parvint à animer la végétation du troisième jour, avant d'être aussi vive et aussi abondante qu'elle l'est de nos jours, mais qu'elle ne parvint à éclairer parfaitement la terre et le ciel qu'à la fin du quatrième jour, après la formation houillère qui précéda celle des poissons vertébrés, des oiseaux, des animaux terrestres et de l'homme (308).

Qu'en dites-vous, lecteur? Etes-vous satisfait du roman? Prenez patience; vous en verrez bien d'autres. Toutefois je dois convenir qu'au milieu du dévergondage scientifique que nous aurons à passer en revue, nous trouverons peu d'idées de la force de celle qui fait venir les eaux du déluge des mers qui sont dans les corps célestes. Il est vrai que *Olcaster* dit quelque chose de semblable (*Cursus comp.*, t. V, col. 145). Nous pensons qu'il aurait été convenable de laisser le manteau de l'oubli sur ces pauvretés qu'on essaierait en vain de rajeunir.

Malgré ce qui précède, nous devons respectueusement ajouter que Monseigneur l'évêque de Viviers dit à l'auteur, dans une lettre du 7 février 1852, que M. Dalmas a publiée : « Je ne vois rien dans vos explications qui soit en opposition avec le sens de la *Genèse*. »

DANIEN (ETAGE). — Le septième de la période crétacée, et le vingt-troisième de l'échelle totale des terrains. C'est le *calcaire pisolithique* de M. Ch. d'Orbigny, le *calcaire de Laversines*, de M. Graves. Type à Meudon (Seine-et-Oise), etc.

« Classé depuis longtemps, dit M. Alc. d'Orbigny, dans les dernières couches crétacées par MM. Elie de Beaumont, Lyell, et par les savants du nord, l'étage qui nous occupe, désigné par M. Charles d'Orbigny sous le nom de *calcaire pisolithique*, a au contraire été placé par lui, et par M. d'Archiac, dans les terrains tertiaires. Il est bon de donner ici quelques détails sur les raisons qui ont motivé cette différence d'opinion. La position stratigraphique, comme on peut le voir plus loin, montre que ces couches reposent immédiatement sur les derniers dépôts de l'étage sénonien, et qu'elles sont recouvertes par les argiles plastiques. Elles ont donc, dans le bassin parisien, succédé à l'étage sénonien, et précédé les dernières couches des terrains tertiaires. Cette position intermédiaire, également reconnue par MM. Elie de Beaumont et Charles d'Orbigny, devait être décisive pour les deux, comme elle l'était pour le premier; mais M. Ch. d'Orbigny ayant soumis les fossiles recueillis dans son calcaire pisolithique à l'examen de M. Deshayes, celui-ci crut y reconnaître seulement les coquilles tertiaires du calcaire grossier du bassin parisien, et cette détermination portant sur un assez grand nombre d'espèces pour acquérir de la valeur, détermina M. Charles d'Orbigny à considérer l'ensemble comme tertiaire. Les importantes recherches de M. Hébert amenèrent le même résultat; et M. Desor, y rencontrant des échinides semblables à ceux de Faxoë, ne balança pas à les réunir dans le même horizon géologique, sous le nom d'*étage danien*. Ces résultats, contraires aux résultats paléontologiques énoncés par M. Charles d'Orbigny, le portèrent à nous communiquer les mêmes fossiles qui avaient motivé son classement, après avoir modelé toutes les empreintes et les avoir pour ainsi dire restaurées; et, après un examen scrupuleux, nous n'y avons reconnu aucune des coquilles tertiaires qui lui avaient été indiquées, mais bien une faune spéciale, distincte, à la fois, de la faune sénonienne et de la faune tertiaire inférieure.

« Quant au classement de l'étage dans les terrains crétacés ou tertiaires, nous croyons qu'il ne peut y avoir de doutes à cet égard. La stratification conduit à le classer parmi les terrains crétacés. La présence des genres *belemnitella*, *rhynchonella*, *baculites*, *pyrina*, et *hippalimus*, spéciaux aux terrains crétacés, et inconnus dans les terrains tertiaires, amènerait encore à cette conclusion, tandis que rien ne pourrait, en paléontologie, motiver le classement de l'ensemble dans les terrains tertiaires. Nous croyons donc que cet étage doit encore faire partie des terrains crétacés; et même nous l'aurions considéré comme une simple division supérieure de l'étage sénonien, si elle n'en avait pas été séparée par M. Desor.

Il est certain qu'on n'a donné de la valeur à l'ensemble que parce qu'il se trouve près de Paris. Cette époque n'a pas, pour nous, la même valeur que nous donnons à la fraction supérieure de l'étage néocomien, que nous avons désignée comme *urgonienne;* à la partie inférieure de l'étage falunien, que nous avons désigné sous le nom de *tongrien*, qui sont, par leur extension et l'importance de leurs faunes, infiniment plus tranchés, stratigraphiquement parlant, que l'étage danien. Nous sommes d'autant plus porté à prendre cette opinion, que nous ne voyons aucun motif plausible d'y réunir, comme l'avait pensé M. Desor, la craie de Maestricht, et le silex des environs de Lanquais (Dordogne), qui sont, sans aucun doute, des dépendances positives de l'étage sénonien, ainsi que la craie de Valognes (309).

Comme on pouvait, *a priori*, le supposer,

(308) Page 120-124.

(309) *Cours élém. de Paléont.*, t. III, p. 691.

et comme on l'a trouvé à la fin des terrains jurassiques, les derniers dépôts de cet étage n'ayant pas encore acquis, lors de la période de mouvement déterminé par la fin de cette grande époque géologique des terrains crétacés, une consolidation parfaite, ont dû souffrir beaucoup de dénudations partielles ; et nous croyons devoir attribuer à cette cause les petits lambeaux de l'étage danien, disséminés au pourtour du bassin anglo-parisien, en France seulement. Néanmoins, ces lambeaux suffisent pour démontrer qu'il en couvrait la plus grande surface, et surtout le centre, compris entre Vertus et Laversines, Meudon et Montereau. Voici, du reste, les points où l'étage a été bien démontré par les recherches de MM. Elie de Beaumont, Graves, Hébert et Charles d'Orbigny. Dans la Marne, il existe au Mont-Aimé, à Vertus; dans Seine-et-Marne, à Montereau; dans Seine-et-Oise, à Meudon, près de Paris. On l'a reconnu en creusant un puits à Auteuil. Il existe au Port-Marly, près de Saint-Germain; à Bougival, près de Pontoise; à Falaise, près de Beynes; à Montainville, à Vigny; dans l'Oise, à Laversines, près de Beauvais. On a pensé qu'il existe à Orglandes, près de Valognes (Manche); mais il y a beaucoup de doutes à cet égard. Quant aux silex de Lanquais, que M. Desor y rapporte, nous n'y voyons que la continuation des couches de Royan, et nullement cet étage. Hors du bassin parisien, on n'a encore cité l'étage qu'à Faxoë, en Suède, où néanmoins, d'après les espèces citées par M. Lyell, nous ne voyons que l'étage sénonien, ce qui porterait encore à y réunir l'étage danien.

Tout le monde est d'accord sur la position géologique, en couches concordantes, de l'étage danien sur l'étage sénonien; on voit cette concordance à Meudon, à Vigny, au Mont-Aimé, etc. Ainsi, sans aucun doute, l'etage danien a bien succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage sénonien.

M. Graves évalue de 10 à 12 mètres l'épaisseur des dépôts de Laversines. M. Huot indique 15 à 20 mètres dans la Marne.

Caractères paléontologiques. La faune de cette époque se distingue des précédentes par le manque d'ammonites. Du reste, nous n'y voyons, par les genres, que la continuation du facies crétacé de l'étage précédent, mais avec un bien moins grand nombre de formes, ce qui tient peut-être à la difficulté de déterminer les fossiles. Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, comme nous ne trouvons dans cet étage que 2 genres de plus à opposer à 122 genres qui s'éteignent dans l'étage sénonien, sans passer à celui-ci, nous aurons la preuve évidente, par la paléontologie et par la stratification, que l'étage danien est la dernière période de dégénérescence des terrains crétacés. Dans l'étage suivant, commencement des terrains tertiaires, c'est, au contraire, le nombre des genres nouveaux qui domine d'une manière remarquable, car nous en citons 157 d'inconnus aux terrains crétacés. Nous aurions donc ici, comme partout ailleurs, une confirmation des rapports constants qui existent entre la stratigraphie positive et les limites paléontologiques.

Pour séparer l'étage de la période sénonienne nous avons, pour caractères négatifs, indépendamment des 42 genres qui naissent et s'éteignent dans l'étage sénonien sans passer à celui-ci, 80 genres qui, nés dans les étages antérieurs, s'éteignent encore dans l'étage sénonien, c'est-à-dire 122 genres. Nous ne doutons néanmoins pas que quelques-uns de ces genres ne se retrouvent dans l'étage danien.

Les limites négatives que la paléontologie nous donne avec l'étage suessonien, le premier des terrains tertiaires, sont des plus marquées, puisqu'elles sont données par 156 genres encore inconnus à l'étage danien, qui naissent avec la période suivante. Ces genres sont ainsi distribués dans les séries animales : parmi les mammifères, 6 genres; parmi les oiseaux, 2 genres; parmi les poissons, 84 genres; parmi les crustacés, , le genre squille; parmi les céphalopodes, 2 genres; parmi les gastéropodes, 34 genres; parmi les lamellibranches, 5 genres; parmi les echinodermes, 13 genres; parmi les zoophytes, 7 genres; parmi les foraminifères, 3 genres.

Comme caractères positifs, pour distinguer l'étage du précédent, nous n'avons que deux genres : parmi les mollusques, les *fasciolaria*; et parmi les échinodermes, les *echinolampas*, qui, inconnus à l'étage antérieur, se montrent pour la première fois dans celui-ci; ce sont, en même temps, deux formes plus particulièrement tertiaires qui lient cette faune aux suivantes.

Pour distinguer l'étage danien de l'étage suessonien, nous avons les 9 genres suivants qui s'éteignent dans le premier, sans passer au second : parmi les céphalopodes, le genre *belemnitella*; parmi les brachiopodes, le genre *rynchonella*; parmi les échinodermes, le genre *pyrnia;* parmi les zoophytes, les genres *calamophyllia, enallhelia, ellipsosmilia, polytremacis* et *morphrastrea*; parmi les amorphozoaires, le genre *hippalimus*.

Indépendamment de quelques sauriens, de quelques poissons et de quelques crustacés et annélides, après avoir restauré par le modelage les espèces de cette période, et compulsé les travaux géologiques, nous sommes arrivé, dit M. d'Orbigny, à trouver 66 espèces. Si de ce nombre nous retranchons les *belemnitella mucronata* et le *baculites faujasii*, indiqués par M. Lyell, et le *fusus neptuni*, qui se trouvent simultanément dans l'étage sénonien, il nous restera encore 63 espèces qui, dans l'état actuel de nos connaissances, seront caractéristiques.

Relativement à la chronologie historique de cet étage, nous le regardons comme le dernier complément de la période de décadence des terrains crétacés, plus spécialement marquée à l'étage sénonien. Son peu d'importance, quant aux faits généraux qu'il peut donner, ne nous permet même de le

considérer que comme une dépendance de la période sénonienne.

DEBREYNE (P.-J.-C.) (310).— Ce religieux trappiste a publié en 1848 un livre intitulé : *Théorie biblique de la Cosmogonie et de la Géologie : doctrine nouvelle fondée sur un principe unique et universel puisé dans la Bible; ouvrage spécialement destiné au clergé et aux séminaires*, Avant d'examiner si ce titre, passablement ambitieux, est justifié par l'ouvrage, nous avons une petite explication à donner à l'auteur sur un passage de notre *Nouveau Traité des sciences géologiques considérées dans leur rapport avec la religion*, etc. (2e édit. p. 376.) Voici ce passage.

« Quand les lois auxquelles l'Eternel avait confié l'évolution de notre planète, comme il fait dépendre de certaines autres lois l'ender accroissement du chêne de nos forêts, ou le complet développement de notre propre corps; quand, dis-je, de telles lois eurent fait de la terre un séjour stable et plein d'harmonie; quand le Créateur eut comme essayé, aux diverses périodes et sur une échelle de plus en plus élevée, les formes de la vie au sein des différents milieux où elles devaient se développer, et qu'il eut ainsi préludé à la création du chef-d'œuvre qui devait être le couronnement de cette longue série de phénomènes préparatoires, alors il étend son bras, et dans la nuit d'un chaos temporaire, il efface ses premières ébauches, comme un peintre dédaigne une esquisse qui rend incomplétement sa pensée; etc. (311). »

M. Debreyne est scandalisé de ces dernières expressions. « L'auteur, dit-il, aurait pu s'exprimer avec plus de respect en parlant du Créateur. Si nous relevons ici une inconvenance d'expression ou de langage de M. Jéhan, nous devons cependant rendre justice à cet auteur estimable. » Puis il ajoute avec beaucoup de bienveillance : « Son livre est un des meilleurs traités élémentaires de géologie qu'on puisse mettre entre les mains des jeunes gens. Il est composé dans un bon esprit et avec des formes attrayantes. On le lit avec fruit et plaisir (312). »

Le R. P. Debreyne use à notre égard de trop d'indulgence pour que nous n'essayions pas de lever ses scrupules. Nous ne pensons pas qu'il y ait rien d'irrévérencieux à l'égard du Créateur dans la figure que nous avons employée. L'état originel des choses, dépeint au second verset du premier chapitre de la Genèse, était un état de désordre et de confusion, exprimé par les mots hébreux *tohu vaohu* que les Septante ont traduit par *chaos*. Cependant cette confusion, cette anarchie des éléments, était sans doute l'œuvre du Créateur. Ce chaos rendait-il toute sa pensée? Non, évidemment. Au septième jour, quand Dieu se reposa, le monde avait reçu un perfectionnement et une beauté qu'il n'avait pas au second verset du premier chapitre du livre sacré Dira-t-on que la *Genèse manque de respect* envers le Créateur, parce qu'elle appelle *chaos et désordre* un état de choses qui était pourtant, comme tout le reste, le résultat de sa Toute-Puissance? On nous répondra peut-être que ce chaos n'était qu'un état transitoire pour arriver à un degré de perfectionnement relatif. Eh! sans doute, et c'est exactement dans le même sens que nous disons que, *dans la nuit d'un chaos temporaire, le Créateur efface ses premières ébauches, comme un peintre dédaigne une esquisse qui rend incomplétement sa pensée.*

Voici comment s'exprime sur le même sujet un illustre et savant prélat : « L'ordre observé dans la création des six jours, qui se rapporte à la disposition présente des choses, semble indiquer, dit-il, que la puissance divine aimait à se manifester par des développements graduels, s'élevant, pour ainsi dire, par une échelle mesurée, de l'inanimé à l'organisé, de l'insensible à l'instinctif, et de l'irrationnel à l'homme. Et quelle répugnance y a-t-il à supposer que depuis la première création de l'embryon grossier de ce monde si beau, jusqu'au moment où il fut revêtu de tous ses ornements et proportionné aux besoins et aux habitudes de l'homme, la Providence ait aussi voulu conserver une marche et une gradation semblables, de manière à ce que la vie avançât progressivement vers la perfection, et dans sa puissance intérieure et dans ses instruments extérieurs (313)? »

L'*embryon grossier* dont parle ici Mgr Wiseman ne rendait pas sans doute *complétement la pensée* du Créateur; le savant prélat a-t-il *manqué de respect* envers la Toute-Puissance divine en se servant de l'expression *embryon grossier*? Personne n'oserait le prétendre.

Voici maintenant l'examen critique qui a été fait du livre de M. Debreyne, *Théorie biblique de la cosmogonie etc.*, par la *Revue de l'enseignement* (livraison d'avril 1849). » Nous avons lu avec tout le soin dont nous sommes capable l'ouvrage du célèbre trappiste ; c'est purement et simplement la théorie cosmogonique et géologique de M. Chaubard,

(310) Docteur en médecine de la Faculté de Paris, professeur particulier de médecine pratique, prêtre et religieux de la Grande-Trappe (Orne).

(311) Voici la suite de cet alinéa : « Puis conformément à une loi qui se retrouve dans le monde physique, du sein de la dissolution, condition de toute organisation, la terre sort formée, enrichie de nouveaux dons, peuplée de nouvelles créatures ; et au lieu des formidables phénomènes qui avaient troublé les périodes antérieures, c'est un cycle de paix, d'ordre et de constante harmonie qui commence entre les agents et les éléments équilibrés du monde matériel; et la nature calme, rassurée, dans toute la splendeur de son nouveau printemps, salue l'homme, noble image du Créateur, s'incline devant lui comme devant son roi, et sourit à son intelligent possesseur, qui s'empare de ses ravissantes solitudes, et fait monter vers son bienfaisant auteur des accents d'amour et de bénédiction jusque-là inconnus à la terre. »

(312) *Théorie biblique*, etc., p. 18.

(313) *Discours sur les rapports entre la science et la religion révélée* (Discours III), par le cardinal Wiseman.

c'est-à-dire une des plus déplorables théories qui aient jamais été imaginées pour concilier la science avec la *Genèse*. L'auteur de l'article que nous allons citer est connu depuis longtemps du monde savant, et il est un de nos écrivains catholiques qui ont rendu le plus de services à la religion :

« Il n'existe donc pas, pour tous les auteurs, ce véritable ami recommandé par le poëte, cet ami que l'on consulte avant de jeter au public une œuvre littéraire ou savante destinée à l'instruire ou à le charmer? Est-ce l'ami qui manque à l'auteur, est-ce l'auteur au contraire qui fuit l'œil d'un conseiller sincère et judicieux? Est-ce la flatterie d'une politesse malentendue, est-ce l'aveuglement paternel qui décide l'entrée dans le monde d'une œuvre qui n'est pas viable, et qui se brisera dès ses premiers pas sous le choc de la critique? Et la sévérité de l'ami n'eût-elle pas été plus douce que ne l'est la justice du lecteur, quand l'œuvre s'est produite au grand jour?

« Telles étaient mes impressions à chaque page, et souvent à chaque phrase du livre dont j'ai entrepris de rendre compte. Combien utile eût été l'ami qui manquait, mais dont aussi, je l'avoue, la besogne eût été rude! Oh! rude, en vérité, s'il eût fait consciencieusement et de point en point son métier de censeur! Sous ses ciseaux auraient disparu, et les hypothèses gratuites, et les principes imaginaires, et les définitions inintelligibles, et les hérésies scientifiques, et les non-sens, et les contre-sens, et les galimathias, et les idées baroques, et les vieilleries rhabillées à neuf, et les contradictions, et les cercles vicieux et bien d'autres misères dont j'aurais quelque peine à terminer l'énumération. Avec tant de coupures, à la vérité, il ne resterait rien du volume, si ce n'est des citations de l'Ecriture de quoi défrayer largement quelques douzaines de prônes; mais comme, réduit à cela, l'ouvrage serait incomparablement meilleur, ce serait un excellent service rendu par l'ami et à l'auteur et au public.

« Je confesse d'ailleurs que l'auteur lui-même n'est point en cela de mon avis, et qu'il en est même infiniment loin. Comme Dieu avait réservé pour lui de toute éternité l'intelligence du vrai sens de la Bible, en ce qui concerne les courants électriques et les aurores boréales contenues dans les premiers versets de la Genèse, il déclare que son livre « est absolument nécessaire à tous les ecclésiastiques..., indispensable à l'enseignement des séminaires..., et que, grâce à sa nouvelle doctrine, on pourra porter, avec le prophète Isaïe, un défi solennel à tous les superbes..., les orgueilleux..., les matérialistes..., les panthéistes..., etc., etc. » Cela valait donc bien la peine d'être imprimé. D'ailleurs, par le moyen de cette révélation phénoménale, *les sciences physiques et naturelles replacées sur leurs fondements divins, et bibliquement reconstituées, entreront dans la voie du progrès continu*..., et cette reconstitution biblique comprend particulièrement l'*éclairage*. (Pag. xxij et 60.) De ces certificats avantageux, et de maintes autres attestations naïves disséminées dans le corps du volume, il résulte manifestement que le P. Debreyne était une des pensées du Créateur, quand il prononça le *Fiat lux*, et qu'il était réservé à notre époque, en sa personne, de manifester enfin au grand jour les ressorts du mécanisme de l'univers. On a bien dit cela de Newton, mais fort abusivement; ce géomètre n'a rien compris au mouvement des astres et à la mécanique céleste : il n'a pas vu que l'attraction n'était autre chose que le principe luminique découvert par notre auteur dans la Bible; et il n'a pas vu cela parce qu'il n'a pas porté son attention sur les boules électrisées qui s'attirent et se repoussent (*pag.* 40). Car l'attraction sidérale, disons-le tout d'abord, ce n'est, suivant notre auteur, que la lutte des deux électricités.

« Mais abrégeons ce préambule et abordons le système cosmogonique de l'auteur; en commençant par l'idée qui lui sert de base, le grand principe universel, puisé dans la Bible; ce principe est *la force luminique*. Qu'est-ce que la force luminique? Voilà ce que je dois d'abord vous dire.

« Ce qu'elle est, je n'en sais rien; et je doute que l'auteur ait sur cette force fondamentale une idée plus nette que celle qui m'est échue en partage. A défaut de définition précise, je ne puis que produire les passages où il est question de son principe et de son mode d'action. Vous lirez donc d'abord (*pag.* 30) que *Dieu étant lumière* et le *Verbe étant Dieu*, selon saint Jean, le Verbe est lumière lui-même; et puisque « tout a été fait par le Verbe, » suivant saint Jean, tout a été fait par la lumière...: » « d'où il suit que la *lumière-force* ou la *force luminique*, en tant qu'elle est l'action de Dieu sur la matière, est *la loi suprême de l'univers*. » (*Pag.* 31.) — Il s'*ensuit*, continue l'auteur, *que son effet immédiat est la lumière phénoménale ou sensible : car l'action de Dieu est nécessairement force et lumière. Donc cette puissance est l'agent unique et universel de toute la création.* — C'est très-clair, n'est-ce pas? Mais voyons : puisque la force luminique, qui est le Verbe, est distincte de la lumière phénoménale, qu'est-ce donc que cette lumière phénoménale ou sensible, par quoi l'auteur entend, sans doute, ce que les physiciens et le vulgaire des hommes désignent habituellement par le nom de lumière? En réponse à cette question, je lis (*pag.* 33) *qu'elle est le résultat de l'action conservatrice et vivifiante de Dieu, toutes les fois qu'il s'opère dans les êtres une nouvelle combinaison..., qu'elle est le résultat des actions chimiques...*, qu'elle est identique avec le calorique, l'électricité, le magnétisme (*passim*)... mais que ce principe, ou plutôt toutes ces choses qui se confondent avec elle, *ne sont ni un fluide, ni l'éther, ni un fluide quelconque*. (*Pag.* 68.) — Qu'est-ce donc en définitive que cette lumière sensible qui impressionne nos or-

ganes et dont nous calculons la marche? C'est... quelque chose qui n'est pas matière, et voilà tout. Et si cela ne vous satisfait pas, rappelez-vous que c'est *le résultat de l'action de Dieu*, etc., etc..., ce qui remettra du calme dans votre âme, sinon des idées dans votre intelligence. Mais mettons que vous compreniez et la force luminique et la lumière phénoménale : vous allez voir maintenant se déchirer devant vos yeux le voile qui vous cachait la Genèse de l'univers.

« Vous n'aviez d'abord que le chaos, c'est-à-dire une matière non organisée, réduite à l'état d'atomes : atomes de granit, atomes de zinc, atome d'oxygène, et tout ce que vous voudrez ; tous ces atomes de n'importe quoi sont manifestement, suivant l'auteur, ces eaux, *aquas*, sur lesquelles planait l'esprit de Dieu ! Or voilà que le Créateur prononce le *Fiat lux*. *A l'instant*, dit notre auteur, *chaque atome est doué de la vie minérale, c'est-à-dire d'attraction et de répulsion, l'un plus, l'autre moins, suivant sa capacité pour la force vitale universelle,.. A cet instant tous s'agitèrent pour se combiner d'après la loi de polarité, à laquelle se rattache la cristallisation et toute espèce de formation d'atomes... Il est facile de se faire une idée de ce travail universel de la matière primordiale, en se représentant le mouvement giratoire des atomes sur leurs pôles pour se combiner d'après les lois de leurs affinités.* Ainsi la terre, ainsi chaque astre, *formé par l'agglomération des premières molécules, en autant de noyaux distincts auxquels les autres venaient s'ajouter en vertu de la force attractive qui dominait dans la masse primitive...* ; enfin, *cette agitation des molécules élémentaires et leurs combinaisons produisirent une immense lumière bornée autour de la terre.* (P. 71, 73.) En résumé, pour ce qui concerne particulièrement notre globe, c'est ainsi qu'il se forma par l'agglomération de ses atomes, jusques et y compris les terrains primitifs, c'est-à-dire la croûte granitique.

« Voilà dans toute sa longueur, largeur et profondeur, le *grand principe universel* découvert par l'auteur dans la Bible, et de quelle manière, en appliquant habilement ce grand principe, on rend compte de la formation de tous les corps de l'univers ! La terre et tous les astres étaient d'abord à l'état d'atomes; eh bien ! à la parole de Dieu, ces atomes ont pris cohésion et ont formé un tout solide ! Devant cette théorie puissante et *ce système cosmogénique si simple, les matérialistes, les panthéistes, les superbes...* ne peuvent manquer de battre en retraite. Ah ! quel tour l'auteur leur a joué, à tous ces savants orgueilleux ! Mais moi qui ne suis rien de tout cela, j'ose regarder en face le système; et, si simple qu'il paraisse, je lui trouve des complications notables, et me prends même à croire que l'auteur n'a pas bien compris lui-même ce qu'il disait. Pour penser cela, voici mes raisons :

« D'abord, puisque l'auteur vise à la simplicité, pourquoi ne pas admettre, ce qui serait infiniment raisonnable, que Dieu a créé et solidifié tout d'un coup, la terre et chaque planète ; au lieu de lui faire créer des atomes, puis remuer ceux-ci, et les faire tourner, et les douer d'attraction et de répulsion, pour les faire définitivement cohérer après un temps quelconque dont l'auteur ne nous dit rien ? Est-ce pour remplacer la création instantanée par une théorie physique ? Mais l'auteur tonne de son mieux (p. 34, 35) contre ceux qui veulent imposer à Dieu *les causes secondes*, au lieu de le laisser procéder par action immédiate !

« Maintenant nous voyons que le *Fiat lux* eut pour effet de donner aux atomes la *vie minérale*, et cette vie minérale, cela veut dire *l'attraction et la répulsion*. — Ainsi la *lumière* de la Bible, c'est *l'attraction et la répulsion*, lesquelles font tourner les atomes sur eux-mêmes ! Ceci est déjà bien remarquable, et je conçois qu'une pareille idée ait pu échapper jusqu'ici à tous les commentateurs de la *Genèse*. Toutefois voici une explication qu'on peut donner de cette singulière métamorphose. La lumière étant identique avec l'électricité et les courants voltaïques qui donnent aux atomes des corps l'attraction et la répulsion, ces deux propriétés que l'auteur attribue aux atomes primitifs, sont précisément l'effet de la création de la lumière ou du fluide électrique que Dieu associa aux atomes, ce qui les mit en branle, les fit tourner, et les combina les uns avec les autres. Fort bien ! mais deux lignes plus bas, on nous dit que « cette agitation des molécules, et leurs combinaisons produisirent une immense lumière. » Ainsi c'est la lumière qui met les atomes en mouvement, et c'est ce mouvement des atomes qui produit la lumière !!! Tous mes lecteurs savent de quel nom cela s'appelle dans toutes les langues du monde ; je me contenterai, moi, d'appeler cela une *complication*.

« N'en est-ce pas une aussi que cette double force *d'attraction et de répulsion* qui produisent ensemble les conglomérats ? Quoi ! l'attraction ne suffirait pas, et il faut que les molécules se repoussent pour parvenir à adhérer ? Il est vrai que (p. 53 et *pass.*) l'auteur nous explique comment, en donnant aux atomes des grosseurs différentes (pourquoi ?), l'attraction se change en répulsion, d'où je conclus qu'il peut changer la répulsion en attraction par quelque tour de main analogue. Mais j'avoue que je n'ai pu saisir nulle part cette transition indispensable. Vous me demanderez pourquoi il fait intervenir la répulsion dont il n'a pas besoin, et qui complique le système « si simple » d'une manière fâcheuse. C'est qu'il voit dans toutes les molécules de la matière des aimants avec leurs deux pôles, bien qu'il ne comprenne point, comme vous le verrez plus bas, ce que c'est qu'un aimant. Peut-être cette idée de magnétisme polaire dans les atomes d'un caillou ou d'un morceau de beurre, vous paraîtra-t-elle assez bizarre ; mais veuillez, lecteur, réserver votre admiration pour quelque chose de plus curieux,

au sujet de la vie des atomes, et que je vous exhiberai ci après.

« Voilà donc la terre formée, et les planètes, et tous les astres, par le fait de l'agglomération de la matière atomique répandue dans tout l'espace, agglomération faite par attraction *et répulsion*. Il en résulte, suivant l'auteur, *une raréfaction de la matière et une — tension — prodigieuse, qui ont fait de l'espace le milieu propagateur et le conducteur le plus sensible de tous les courants lumineux*. (P. 79.) Je suppose que ces mots recouvrent une idée nette, ce qui est cependant fort douteux pour moi ; et je me borne à faire remarquer cette extrême raréfaction de la matière produisant une *tension* prodigieuse. Nous autres, physiciens du commun, nous posons en principe que la raréfaction d'un gaz quelconque et sa tension sont toujours en rapport inverse ; que la tension est d'autant moindre que la raréfaction est plus grande, et que moindre est la densité. L'auteur, lui, change le rapport inverse en rapport direct, parce qu'il est dans ses habitudes de *faire de la science* en prenant généralement le contre-pied de tous les principes admis, comme je vous en montrerai ci-après d'autres remarquables échantillons. Mais suivons avec lui les destinées de la terre, et voyons comment il explique les deux problèmes qu'il se propose à son sujet : celui de la chaleur centrale, et celui de ses mouvements astronomiques.

« L'auteur admet donc la chaleur centrale, l'état liquide et incandescent de la masse intérieure. Or, quelle est la cause de cette incandescence et de cette fluidité? C'est, il n'en doute aucunement, la pression de la croûte granitique sur la masse sous-jacente! Oui, cette pression produit une chaleur énorme ; oui, cette pression liquéfie le granit dont cette masse sous-jacente se compose ; et à l'appui de cette heureuse idée, l'auteur cite *les expériences de Hall sur la liquéfaction du granit par la pression*.

« La pression de la croûte solide sur les matières inférieures! Mais l'auteur oublie que cette croûte n'est pas plate ; qu'elle forme une enveloppe sphérique, et qu'une telle enveloppe ne presse pas sur son contenu. Il s'imagine, sans doute, qu'une bombe presse sur la poudre dont on la remplit, qu'une bouteille presse sur le liquide qu'elle renferme! Mais accordons-lui généreusement cela. Mettons que la matière sous-jacente soit pressée et échauffée par la croûte solide. Il en résulte, à son avis, la liquéfaction de cette matière tant pressée ; cette matière, écoutez bien! *arrive à un degré de densité telle qu'il ne puisse plus y avoir cohésion*. (P. 89). Il faut bien que nous citions textuellement de pareilles choses, pour qu'on puisse croire qu'elles s'impriment. La pression et l'augmentation de densité qui finissent par rendre la cohésion impossible!!! Dans notre physique vulgaire, c'est précisément l'augmentation de densité et le rapprochement des molécules qui favorisent la cohésion ; quand la chaleur amène la liquéfaction d'un corps, c'est en le dilatant au préalable, et diminuant sa densité. — Mais la physique de l'auteur est fondamentalement au rebours de la nôtre. — Il cite les expériences de Hall à l'appui de la sienne. Mais il aurait bien dû citer le livre et la page. S'il se donne la peine de recourir à cet auteur qu'il n'a pas lu, il reconnaîtra la bizarre confusion qu'il a faite au sujet d'une célèbre expérience de Hall. De la craie fondue et cristallisée dans un canon de fusil rougi au feu, et qui empêchait le dégagement de l'acide carbonique, ce n'est pas du tout — du granit liquéfié par la pression. — Ce n'est pas cela, ni rien de semblable ; et une confusion si singulière prouve que lire et comprendre sont choses très-différentes.

« Maintenant, comment notre globe tourne-t-il sur lui-même et autour du soleil, ou, plus généralement, comment notre auteur explique-t-il le double mouvement planétaire? Vous savez ce qu'en disent nos physiciens du commun, depuis Newton jusqu'au moindre de nos bacheliers. Mais de ce commun-là notre auteur ne veut pas, et la force tangentielle n'est nullement son fait. Voici pourquoi et comment la terre ou une planète quelconque tourne sur elle-même : c'est que le soleil et la planète sont électrisés, que la grande sphère est positive, et la petite négative ; et que la plus grosse attire et repousse alternativement la plus petite. (P. 126.) — Vous riez! et vous vous dites sans doute, ô mon lecteur, que ces sphères électrisées sont bien bizarres, et que la manière dont l'auteur les fait agir l'une sur l'autre autorise à croire qu'il ne comprend absolument rien à nos théories électriques. Mais passons-lui ses globes positifs et négatifs. Voyons! que doit-il résulter de cette attraction et de cette répulsion successives, supposées possibles? Le bon sens et le premier écolier venu répondront qu'il en résultera une oscillation rectiligne dans la direction commune des deux actions, ou sur la ligne des centres. Notre auteur ne peut pas comprendre cet axiome de mécanique élémentaire ; mais en revanche il comprend, à ce qu'il paraît, ce que nous ne comprenons pas, savoir : que la plus petite des deux sphères doit tourner sur un axe. — Ah!... Et autour du soleil? — Elle tournera par la même raison. — Et quelle est cette raison? — C'est qu'elle échangera son action négative contre l'action positive du soleil. (P. 126.) — Il n'y a vraiment rien à répondre à cela. Mais est-ce tout sur le mouvement de notre globe? Non : attendez. Il y a dans les trajectoires planétaires deux points, l'aphélie et le périhélie, correspondant au maximum et au minimum de la distance variable de la planète au soleil. Qu'est-ce que ces points, dit notre auteur? « La plus grande des deux sphères attirant la plus petite jusqu'à ce que leurs deux actions soient neutralisées, elle commence alors à la repousser jusqu'à ce que la plus petite soit réduite à son action négative ; alors la grande recommence à l'attirer. Et voilà les deux points de périhélie

et d'aphélie expliqués sans sortir de la force luminique. » Que dire de ceci, sinon que c'est de la mécanique céleste comme on en peut faire en mettant des mots dans un sac, les tirant au hasard, et les accrochant les uns aux autres dans l'ordre de leur sortie (314)?

« Maintenant qu'est révélée, au moyen du grand principe luminique, la Genèse de notre terre, transportons-nous à la seconde phase de son histoire, au déluge mosaïque. Notre auteur va nous donner sa théorie; voyons ce qu'elle vaut.

« Dieu a résolu de détruire le genre humain; pour cela il ouvre les cataractes du ciel et fait tomber sur la terre pendant quarante fois vingt-quatre heures une pluie composée, sans doute, de véritables torrents. Dieu juge qu'une telle avalanche suffit à son but, et c'est également notre humble avis; mais le P. Debreyne est d'une opinion tout à fait différente. La pluie dont parle exclusivement Moïse ne lui suffit pas; il arrête, lui, le mouvement de la terre sur son axe pendant cinq mois, et de cet arrêt durent résulter deux choses : d'abord, que l'océan, continuant toujours son mouvement de rotation, vint recouvrir les continents, et puis que la force centrifuge cessant avec la rotation de la masse, elles durent prendre une autre disposition d'ensemble, en se reportant vers les pôles. Or, voilà plus qu'il n'en faut pour noyer largement tout le genre humain. Alors ce sera tout? — Non pas : notre auteur fait encore disloquer toute la croûte du globe et la met — sens dessus dessous, — ce qui, assurément, eût dispensé Dieu de ses quarante jours de pluie. Or, pourquoi l'auteur fait-il intervenir l'invasion de l'Océan dont la Bible ne dit pas un mot? Parce que sans cela nous n'aurions pas de système. Et pourquoi la dislocation de la croûte terrestre? Parce que c'est également une nécessité de la nouvelle théorie. Alors on est vraiment stupéfait de voir que Moïse n'en parle pas!!!

« Eh bien! ce n'est qu'un oubli de sa part; et il est convenu que les choses se sont passées comme notre auteur le suppose. Or, en admettant ceci, il donne par le déluge l'explication et l'histoire de toutes les stratifications et fossilisations du globe; tous les terrains, à partir du granit, ne sont que des dépôts des eaux diluviennes. Lesdites eaux, *douées au plus haut degré de la propriété lapidifiante*, se mirent à dissoudre toutes les matières minérales et roches siliceuses d'épanchement (P. 215), et plus tard elles déposèrent en bancs horizontaux les diverses matières qu'elles avaient dissoutes. Et voilà, en résumé, l'histoire des terrains secondaires et tertiaires, et des terrains de transition, et des bancs de houille, de sel gemme et de grès et d'argile, avec l'ordre et la puissance que vous leur connaissez. Ici nos lecteurs retrouvent la théorie du déluge telle qu'on la fit dans l'enfance de la géologie, et notre auteur ne paraît pas se douter qu'elle est de l'autre monde. Il ne paraît pas soupçonner les nombreuses et décisives objections qui ont été faites contre cette naïve synthèse. Ces objections, il peut les trouver partout, et spécialement dans l'ouvrage qu'il cite dans sa note (P. 187), ouvrage où elles sont fort bien résumées, et dont notre auteur parle comme s'il l'avait lu, tandis qu'il est à croire qu'il n'en est rien, à en juger par son silence sur ces objections. A moins, toutefois, ce qui nous paraît plus probable, que, ne sachant comment y répondre, il ait jugé plus sage de les passer sous silence et de les tenir pour non avenues, — *son siége étant fait.* — On pense bien, que l'espace nous manquant, nous n'allons pas entreprendre ici une réfutation qu'on trouvera à cette adresse. Seulement, en laissant de côté toutes les considérations de l'ordre physique, nous nous contenterons de faire une remarque, au point de vue de la Bible elle-même. L'auteur nous disloque et nous met entièrement à l'envers la croûte primitive du globe, et sur les fragments de cette écorce retournée il dépose tous les bancs successifs de matières minérales; les anciennes forêts forment un amas de houille profondément enterrées sous ces bancs. Eh bien! voilà qu'au moment ou disparaît la dernière couche d'eau diluvienne, la colombe de l'arche y cueille un rameau vert d'olivier! Donc il y avait sur cette terre des oliviers verdoyants... et par conséquent, sans doute, toute la végétation anté-diluvienne; donc la dislocation, le retournement et les dépôts qui auraient profondément enseveli l'ancienne surface de la terre, ne sont, d'après ce fait biblique, qu'un pur rêve, mais de ces rêves qu'on ne fait que lorsqu'on ferme volontairement les yeux.

« Nous arrivons maintenant à la troisième phase de l'histoire terrestre; car l'œuvre dont nous donnons ici l'analyse est une trilogie. Au-dessus des bancs minéraux proprement dits, il existe, comme tout le monde sait, des produits d'une puissance comparablement beaucoup plus faible, que les gens raisonnables attribuent précisément à notre déluge, sinon à quelque autre; mais en tout cas, pour les désigner, le mot *diluvium* a passé dans la science, d'un accord commun Si les stratifications minérales sont le produit du déluge mosaïque, comme notre auteur a pour agréable de le supposer, il lui reste à nous expliquer le *diluvium* qui en est parfaitement distinct. Or, il explique en effet ces dépôts superficiels en les rapportant — au déluge de Josué! — L'idée de ce déluge n'est pas, il est vrai, de son invention; notre auteur est patroné sur ce point

(314) La priorité de cette théorie pour laquelle le critique de M. Debreyne est sans pitié, appartient à M. Chaubard si fécond en idées singulières. (V. son ouvrage l'*Univers expliqué par la révélation*). C'est à lui que M. Debreyne l'a empruntée. Cette même théorie a été soutenue par M. l'abbé Maupied dans son ouvrage *Dieu, l'homme et le monde*. Elle n'en est pas devenue plus raisonnable. (V. l'article MAUPIED dans ce *Dictionnaire*.)

(L.-F. JÉHAN (de Saint-Clavien).)

par M. Chaubard; mais l'idée était trop précieuse pour que notre physicien biblique ne la prît pas à son compte. Ainsi fait-il, et voici ce que c'est que le déluge de Josué :

« Quand ce chef des Hébreux ordonna au soleil de s'arrêter, ce fut la terre qui s'arrêta, cessant de tourner sur son axe, et cela pendant vingt-quatre heures; car notre auteur ne comprend pas, dit-il, comment le phénomène aurait pu se produire autrement. Il y a cependant des explications différentes et très-simples; mais passons. L'effet de cette station de la terre fut, nous dit-on, celui-ci. D'abord, comme au temps de Noé, l'océan continuant sa route, se rua pendant vingt-quatre heures sur les continents qu'il submergea. En second lieu, les eaux durent se reporter de l'équateur vers les pôles, ceux-ci se relever, d'où nouvelle brisure de l'écorce. C'est ainsi que furent noyés une partie des humains et que disparut en particulier, avec tous ses habitants, la grande Atlantide, dont Platon raconte l'histoire comme si elle s'était passée sous ses yeux, et dont les indigènes, apparemment plus mauvais sujets que les autres hommes, furent anéantis; car ce déluge eut lieu parce que le genre humain était redevenu méchant. Donc l'océan se ruant sur la terre ferme, y déposa ces couches de *diluvium* qu'on trouve partout, avec les fossiles qui sont propres à ce dépôt. (P. 312, 315.)

« Je pourrais ici contester la théorie physique de l'hypothèse admise par l'auteur; mais, pour abréger, je me contenterai de lui opposer trois petites observations tirées de la Bible elle-même. D'abord, c'est que le narrateur sacré ne dit pas un mot de toute cette belle histoire qui en valait, certes, bien la peine. La seconde, c'est que Dieu avait promis bien formellement qu'il ne noierait plus jamais le genre humain, quelque méchant qu'il pût être. Il aurait fait cependant tout le contraire, dans l'hypothèse dont il s'agit : sans doute, pour faire plaisir à MM. Debreyne et Chaubard, qui avaient besoin de l'hypothèse; motif grave, à la vérité, mais non suffisant toutefois pour que Dieu manquât à sa parole. En troisième lieu..., regardez donc un peu sur la carte, là où les deux nations se battaient. La mer continuant sa route d'occident en orient, ne voyez-vous pas que l'effet immédiat de cette invasion brutale eût été de noyer et les Gabaonites, et les Hébreux, et Josué lui-même? — C'était bien la peine à lui d'arrêter le soleil! — A moins qu'on ne suppose ici un nouveau miracle de la mer Rouge au profit des uns et des autres; de quoi l'auteur sacré ne dit pas un mot, ce nous semble. En fait d'autres miracles, il nous cite la pluie de pierres tombées sur les Gabaonites, ce qui n'est pas précisément la même chose qu'une invasion des eaux de la mer.

« — Voici donc sommairement l'analyse de l'histoire du monde telle que notre auteur l'a vue clairement et manifestement dans la Bible. Sa géogonie porterait en tête un certificat daté du mont Horeb, et signé Moïse, qu'il ne témoignerait pas pour elle une foi plus ardente, un respect plus profond. Mais nous n'atteindrions pas notre but d'une manière complète si nous nous bornions à cet exposé. Nous allons, par une petite revue rétrospective, donner à nos lecteurs les échantillons que nous leur avons promis. Des idées hétéroclites, des contradictions, une physique *sui generis*, tout cela abonde; mais, restreint par l'espace nous éprouvons un très-grave embarras pour le choix. Prenons un peu au hasard, cela reviendra au même.

« Nous disons — dans notre physique vulgaire — que le calorique est l'antagoniste de la cohésion, qu'il l'affaiblit en dilatant les corps, et qu'à un degré suffisant de tension, il la détruit, en faisant passer les corps à l'état liquide et à l'état gazeux; — suivant notre auteur, au contraire, le calorique est le principe de la cohésion! (P. 55-85, et *passim*)

« Nous avons déjà vu (p. 89) que l'accroissement de la densité a pour effet de rendre la cohésion impossible!

« L'auteur nous apprend (p. 117) que la direction de l'aiguille aimantée est « constante, et qu'elle est dirigée vers les pôles de notre globe. » Deux hérésies monstrueuses! qui prouvent que notre auteur n'entend rien au magnétisme et ne comprend pas la boussole. Il a bien entendu parler de ses déviations; mais il croit que celles-ci se réduisent aux écarts accidentels produits par la foudre et les aurores boréales! — Il nous dit que les barres de fer exposées à l'air prennent la vertu magnétique, ce qui est vrai dans certains cas, et ce que nous expliquons, nous, physiciens du commun, par l'action magnétique du globe qui agit suivant une composante verticale. Notre physicien biblique nous apprend que le phénomène est dû aux rayons du soleil! (P. 50.) — Plus loin (p. 52), on rencontre un effroyable pathos, où l'auteur confond dans un même sens, les *pôles* de la terre, et les *pôles* des substances magnétiques, mots qui, chez les physiciens — du commun — sont pris dans des acceptions tout à fait différentes.

« On sait que les voyageurs aériens ont peine à respirer dans les hautes régions, par suite de la raréfaction de l'air. Les physiciens du commun disent que cette raréfaction provient de ce que les couches atmosphériques élevées portant moins de couches au-dessus d'elles, sont moins comprimées, et par suite moins denses. — Notre auteur pense (p. 119) que... *la raréfaction est produite par la rareté des particules cosmiques!*

« Il ne croit pas non plus que la pluie et les nuages et les brouillards soient formés d'eau, ou de vapeur d'eau!!! La raison qu'il en donne (p. 130), *c'est qu'il y a des brouillards très-froids*. D'où il conclut *que ce n'est pas le calorique qui les retient à l'état de vapeur*. — Ceci est singulièrement raisonné, et il devrait nous dire, lui, ce que c'est que les nuages. Il avoue qu'il n'en sait rien :

mais ce qu'il ne sait pas non plus, et ce que tous les écoliers savent, c'est que les corps qu'il appelle froids contiennent du calorique, si basse que soit leur température.

« On lit (p. 331) que *l'agent vital de l'univers, en se constituant en ce que la science appelle calorique latent, c'est-à-dire en force de cohésion, etc...* — Toujours la chaleur-cohésion! — Mais je remarque dans cette phrase et dans d'autres (*passim*) que l'auteur emploie de telle sorte le mot de calorique *latent*, qu'on reconnaît qu'il ignore le sens très-précis qu'on donne à ce mot en physique; et ce sens se rapporte à un principe fondamental dont l'auteur paraît n'avoir pas la moindre idée.

« Voici maintenant quelque chose de plus curieux que tout cela. L'auteur pense que la terre ne commença ses mouvements que le quatrième jour; c'est fort bien. Mais il croit *que le mouvement général du ciel commença dès que la lumière parut*, c'est-à-dire au premier jour. (P. 78.) — A moins d'une étourderie prodigieuse, incroyable, inadmissible, notre auteur croit aux douze cieux, et à la sphère de cristal d'Aristote. Comment donc! le mouvement général du ciel? Mais, est-ce qu'il y a un mouvement du ciel? Si par là vous entendez ce que nous entendons, nous autres gens du commun, ce mouvement général du ciel n'est qu'une apparence causée par le mouvement propre de la terre; or, vous venez de dire que, pendant trois jours encore, la terre était immobile!!! — Donc, ou l'auteur parle sans comprendre ce qu'il dit, ou bien il croit à un ciel solide qui tourne. Cette dernière hypothèse paraît la vraie, quand on lit les pages 160 et 161. L'auteur s'y montre singulièrement indulgent pour l'idée d'un ciel empyrée dont on apercevrait la lumière *à travers les brèches et les trous du ciel des étoiles*. Donc celui-ci serait un ciel solide, comme le pensent plusieurs graves autorités, parmi lesquelles l'auteur cite..... Anaxagore!

« Le lecteur trouvera sans doute dans les citations qui précèdent, autre chose que ces erreurs indifférentes qui sont absolument compatibles avec un certain corps de notions exactes; ce sont des énormités qui entament la science à fond, qui la bouleversent radicalement, et telles que n'en rêvent pas les personnes qui possèdent quelques rudiments d'études physiques. Qu'on juge par là quelle étrange manipulation, quelle effroyable mixture doivent résulter du travail de l'auteur appliqué à de nombreuses questions cosmiques; car il explique tout, notre auteur, avec son agent éthéré biblique et universel; il explique tout ce qui précède, plus *l'espace, l'attraction, les réactions sidérales, la chute des graves, la lumière phénoménale, les nébuleuses, les comètes, les volcans, la poussière cosmique, les aurores boréales, les nébuleuses, les comètes, les étoiles filantes, les bolides*, etc... Il explique les laves, qu'on prétend parfois être incandescentes, *mais qui ne paraissent telles que parce qu'elles contiennent du soufre!* — Il explique les filons métalliques par l'influence... du soleil, *les courants héliaques*, comme on disait au bon temps des astrologues et des alchimistes. (P. 94 et 248.) — Il dit surtout une foule de belles choses, peu intelligibles à la vérité sur la pile voltaïque, qu'il propose d'appeler désormais un *photogène*, idée dont il se montre fort satisfait, mais qui ne vaut pas les deux lignes qu'on emploierait à montrer que cette dénomination est détestable. Quoi qu'il en soit, il exalte sa puissance (à laquelle il ne comprend rien): il la voit progressant, sous le nom de photogène, jusqu'à produire la décomposition des montagnes et leur évaporation en fumée (pag. 63); il la voit surtout dans la main « de l'*homme de péché*... » de l'antechrist, qui fera avec la pile voltaïque d'inimaginables prodiges! Mais quelle pile ce sera, grand Dieu! Heureusement que — les élus ne se laisseront pas séduire, — et que la Providence ayant fait éclore pour eux le livre de notre auteur, quand l'antechrist leur montrera ses prestiges, ils répondront net au malin : Connu!... c'est le photogène!

« Si je voulais citer la dixième partie des non-sens, c'est-à-dire de ces phrases, de ces réunions de mots que ne peuvent comprendre ni le lecteur ni l'auteur lui-même, il me faudrait doubler l'étendue de cet article. J'ai noté à ce point de vue un très-grand nombre de pages, mais je dois me contenter d'une citation comme spécimen en ce genre. L'auteur parle (p. 212) du *déplacement successif du périhélie, c'est-à-dire du déplacement presque insensible de l'axe de la terre.* — Or, il n'y a absolument aucun rapport entre le périhélie et l'axe terrestre; ce sont des mots qui sont fort étonnés de se trouver ensemble, et l'auteur ne comprend le sens ni de l'un ni de l'autre.

« Pour citer dans le genre — galimathias, — il faudrait transcrire une bonne moitié de l'ouvrage; à commencer par le grand principe universel et fondamental : cette force luminique, qui est l'action du Verbe divin, se manifestant en lumière phénoménale, qui n'est point matière, mais qui se combine avec la matière pour former les pôles de tous les atomes et les courants électriques. Toutefois, je m'en voudrais de priver mes lecteurs d'un échantillon spécial, de celui-ci, par exemple (p. 168): — *Un principe se mouvant spontanément, après la création de son type, dans chaque animal, ne peut être autre que celui d'une révolution comme le tourbillon circulatoire. Ainsi, en retournant sans cesse sur lui-même, il rentre tout en lui, et s'engendre toujours, parce qu'il possède son principe d'action et ne disperse pas ses forces. En se maintenant dans l'équilibre et en tout sens, il se rend perpétuel et autocrate... et tel qu'un principe immatériel, il ne présente qu'une force pure.* Hein! vous comprenez?

« Dans le genre — contradiction, — je citerai aussi un seul exemple. On lit (p. 69) que les atomes de la matière élémentaire

sont sans pesanteur, et pour le système, il faut qu'il en soit ainsi. Mais (pag. 80) on nous dit que ces atomes ont *des pesanteurs spécifiques* différentes; et pour le système, il faut aussi que les atomes aient de la pesanteur! Arranger cela vous paraît difficile; pour un physicien comme notre auteur, et — qui lit dans la Bible! — ce ne peut être qu'un jeu.

« Enfin dans le genre — idées cornues, — je dois me restreindre aussi à une citation, mais telle, j'en réponds bien, que mes lecteurs consentiront à me dispenser du reste. C'est à la page 66 qu'on trouve cette perle de l'imagination. La force luminique produit partout, comme vous le savez, deux pôles: pôle d'attraction, pôle de répulsion; mais ces actions adverses, écoutez bien:

« Ces actions adverses sont la base des « sexes (!) qui, parfaitement séparés dans les « animaux, se réunissent sur le même indi- « vidu dans les classes inférieures des êtres « organisés, et *sont enfin inséparables dans « chaque molécule de matière* (*!!*). Et s'il est « permis d'employer cette expression, pour « faire comprendre la nature de la *vie miné- « rale*, chaque atome est *hermaphrodite* (*!!!*). » — Donc, je suppose, les atomes des cailloux..... ont de la famille. Malheureusement, sur ce point, le professeur laisse notre instruction incomplète.

« En voilà assez, n'est-ce pas?

« Mais l'on me demandera pourquoi j'ai entrepris l'analyse, pourquoi je publie le compte rendu d'un tel livre où la science et le bon sens sont outragés à chaque page, d'un livre manifestement au-dessous de toute critique? Et, à un autre point de vue, on pensera peut-être que la charité m'eût fait un devoir de laisser dans l'ombre ces misères intellectuelles, comme elle nous commande de jeter un voile sur les difformités physiques du prochain? Ah! sans doute, nous eussions gardé le silence sur cette triste rhapsodie, si l'auteur était un de ces écrivains isolés qui portent seuls la responsabilité de leur œuvre, et ne compromettent que leur insignifiante personne. Mais ici c'est un homme infiniment respectable d'ailleurs, et à qui son caractère et la science qu'on lui prête concilient une sorte d'autorité; cet homme se pose en paladin de la Bible, en pourfendeur des mécréants, en vengeur patenté de la parole divine contre la science profane, et qui embouche la trompette vers les quatre points cardinaux pour prendre l'univers à témoin comme quoi la cause de Dieu est sauvée par son fait. Faut-il donc laisser nôtre *Genèse* sous le stigmate du ridicule que lui impriment de pareilles excentricités? Faut-il que par considération pour les personnes, nous acceptions, en silence, la responsabilité d'une œuvre prétendue scientifique, que refuserait de signer un magister de village, et qui, au contraire, semblerait élaborée par quelque ennemi perfide pour faire rire, aux dépens du presbytère, tous les maîtres d'école des quatre-vingt-six départements? Non: c'est à nous surtout qu'il convient d'être sévères pour ces déplorables élucubrations; et il serait temps peut-être que la presse catholique mît un terme à ses funestes indulgences, et ne signât qu'à bon escient les passeports qu'elle délivre à des pauvretés lamentables, ou par égard pour la personne de leurs auteurs, ou en vue des intentions estimables qui leur ont mis la plume à la main.

« Qu'on nous permette encore un mot sur le sujet qui nous occupe. Si nos lecteurs nous en croient, ils n'accepteront jamais, jamais ne chercheront eux-mêmes un système de géogonie biblique pour expliquer la composition de l'écorce minérale du globe. S'il vous arrivait de tomber sur la vérité, — ce qui est tout au moins peu probable, — vous n'en aurez pas moins, et vous aurez éternellement des contradicteurs Or, rejetez ces contradicteurs au delà des six jours génésiaques, entre le premier et le second verset, entre la création générale de la matière et la première phase de sa dernière organisation dont Moïse nous fait l'histoire; donnez aux géologues ce vaste champ, cette durée indéfinie, pour y manipuler à l'aise, et y placer toutes leurs métamorphoses de la terre. Ils feront bien des systèmes successifs et antagonistes, bien des systèmes bons ou mauvais, mauvais surtout; mais, mauvais ou bons, laissez-les faire à d'autres; et restez, comme la *Genèse* elle-même — désintéressés dans la question. — Ce terrain est-il celui de la vérité pure? c'est ce que j'ignore; mais, tout au moins, comme hypothèse, il est inattaquable. C'est sur lui que se sont placés Buckland et bien d'autres auteurs; et chaque jour nous prouve que ceux-là sont les plus sages (315). » — *Voy.* Buckland, Maupied, Chaubard, Jéhan (de Saint-Clavien).

DÉDUCTIONS climatologiques et géographiques tirées de l'étude des animaux fossiles. *Voy.* Physiologie paléontologique.

DÉFORMATIONS des fossiles. *Voy.* Perturbations géologiques.

DÉGÉNÉRESCENCE dans l'accroissement des coquilles. *Voy.* Mollusques.

DELUC, savant géologue genevois. — Par ses *Lettres sur l'histoire de la terre* et ses *Éléments de géologie*, Deluc a eu quelque influence et en a même encore sur certains théologiens. Voici un résumé de ses idées. Il ne fait commencer la chronologie de Moïse qu'à la création de l'homme. Pour lui les six jours de la création ne sont plus des jours de vingt-quatre heures, mais ils sont, comme pour Buffon, des temps ou périodes que l'on peut prolonger et étendre à volonté. Pour former le monde, le Créateur a employé les causes secondes, comme il les emploie pour le conserver: c'est la thèse de Buffon mitigée.

(315) A cette verve, à cette science si lucide, tout le monde a reconnu l'auteur des *Soirées de Montlhéry*

Deluc suppose que toutes les couches de nos continents, sans en excepter celles de granit, ont d'abord fait partie d'une sorte de liquide aqueux, masse informe et confuse d'éléments divers, qui couvrait tout le globe primitif. Le Créateur, en communiquant à ce chaos une certaine quantité de lumière, y fit naître les précipitations chimiques qui en ont séparé successivement les éléments et les ont étendus par couches horizontales. Les substances qui servirent de base aux premières couches, en passant de l'état de pulvescules à l'état massif, formèrent de vastes cavités souterraines où elles s'enfoncèrent et se rompirent inégalement. Les affaissements s'étendirent à une grande partie de la surface du globe, et les dépressions qui en résultèrent furent remplies par les eaux et devinrent les premiers bassins des mers. C'est alors qu'apparurent les premiers continents, beaucoup plus étendus que les nôtres. Le soleil ne les éclairait pas encore, lorsqu'ils se peuplèrent de végétaux plus grands que les espèces actuelles, et de genres si différents que l'on voit bien qu'ils se développèrent sous le règne de la lumière, sans soleil. Leurs débris ont formé plus tard l'anthracite et la houille. Ces événements s'accomplirent pendant les trois premiers jours ou périodes indéterminées de la *Genèse*.

Les causes terrestres ayant ensuite éprouvé de grands changements par l'influence du soleil, produisirent dans le liquide plusieurs autres sortes de précipités, et donnèrent lieu à la formation des couches de pierre calcaire, grisâtre, à grain fin, où l'on trouve les premiers vestiges d'animaux marins. Dans cette même période les volcans se répandirent en laves, et les couches de pierre sableuse, la houille, la craie et le sel gemme furent déposés.

Le liquide et l'atmosphère subirent encore de nouveaux changements, il en résulta des couches différentes et des animaux marins de diverses espèces dont elles contiennent les débris. A cette époque toute l'épaisseur des couches s'affaissa pour la seconde fois et donna lieu, en se brisant, à nos grandes chaînes de montagnes et à tous les désordres que l'observation y découvre. L'accomplissement de cette suite de phénomènes correspond aux périodes des quatrième et cinquième jour, de la *Genèse*.

Dans la sixième période les précipités ne contenaient presque plus de substances propres à former des dépôts solides. Ce sont les couches meubles de la surface de nos continents qui offrent aussi des traces de grandes catastrophes. Elles contiennent des dépouilles d'animaux terrestres, et sont situés dans des climats où ces animaux ne pourraient plus vivre parce que la température s'est refroidie. La mer recouvrait encore nos contrées dans le temps où vécurent ces grands quadrupèdes, puisque leurs cadavres occupent des couches qui renferment aussi des restes d'animaux marins; il n'est donc pas permis de supposer, avec Buffon, que les animaux terrestres représentés par ces fossiles auraient émigré d'un autre climat dans le nôtre. Il arriva donc aux animaux terrestres ce qui était arrivé aux végétaux des houillères : ceux qui habitaient des îles dont le sol n'avait pas encore atteint une base solide furent enveloppés dans les catastrophes de leurs demeures; quelques-uns voulurent se sauver à la nage et périrent dans les flots, les courants les voiturèrent jusque dans nos contrées qui étaient alors occupées par la mer. Telle est l'origine des cadavres que nous retrouvons dans nos couches.

L'homme, créé le dernier, vivait en familles peu éparses; il a péri avec son habitation, quand par un grand et dernier affaissement, les continents primitifs s'écroulèrent au sein des cavités souterraines. La mer se précipita sur ces terres et engloutit dans ses profondeurs les générations qui les habitaient. Cette catastrophe est le déluge universel, décrit par Moïse. Alors parurent tout à coup nos continents actuels formés sous la mer, et mis à jour par le déplacement des eaux. Dans les couches meubles de ces nouveaux continents étaient ensevelis pêle-mêle les restes des quadrupèdes qui avaient habité les îles écroulées avant le déluge, et les débris des cétacés qui avaient peuplé les mers. La conservation de tous ces restes que l'on retrouve encore presque entiers dans les pays froids, et le peu d'épaisseur de la couche de terre végétale qui recouvre nos continents, concourent à prouver que leur émersion ne date point de siècles très-éloignés de nous.

Le déluge opéra dans le sol et l'atmosphère des changements qui ont pu abréger la vie humaine, entraîner l'extinction de quelques espèces d'animaux; mais depuis ces grands et derniers événements tout est demeuré dans le repos; nulle couche ne s'est formée, la température n'a pas varié sensiblement et les espèces végétales et animales ont cessé d'être exposées aux révolutions qui désolèrent le monde dans les premières périodes de son histoire

Telle est en substance la théorie un peu confuse du géologue genevois, dont l'influence a longtemps propagé les préjugés dans le vulgaire. Au lieu de maintenir la science dans la voie de l'observation où Buffon et Pallas l'avaient placée, il la rejette, à la suite de Woodward et des autres géologues anglais, dans celles des hypothèses, où Cuvier la continuera, en habillant un peu les suppositions de Deluc, de Woodward et des autres. « Deluc ne cherchait point, comme Buffon et surtout comme Pallas, à expliquer ce qui est arrivé par ce qui arrive; car, selon lui, il n'arrive plus rien; mais il l'attribue, comme à sa suite le fera Cuvier, à des causes extraordinaires qui n'existent plus dans le présent, et dont l'existence dans le passé est une supposition qu'aucun fait n'autorise.

« Quoique Buffon eût si bien démontré que les coquilles ne sont pas des *médailles* du déluge comme on les appelait, beaucoup

le naturalistes, après lui, soutinrent encore cette thèse. L'une des moindres difficultés qu'elle présentât, était d'expliquer comment la mer avait pu fournir, à la même époque, autant de coquilles qu'il s'en trouve dans tous les terrains. Un auteur croit l'avoir résolue par l'étrange supposition que les germes des animaux et des végétaux répandus sur la terre et dans l'air, avaient été dispersés par les courants diluviens sur tous les points de la surface du globe, et enfoncés jusqu'à deux ou trois mille pieds de profondeur dans les entrailles de la terre, où ils avaient ensuite pris naissance, s'étaient développés, et avaient, en mourant, laissé leurs dépouilles. On croyait la religion intéressée à ce débat. On ne voyait pas comment des animaux et des plantes terrestres qui n'auraient vécu qu'après le déluge, pouvaient se trouver enfouis dans les couches de nos continents, et en accordant que ces animaux et ces plantes eussent vécu et eussent été ensevelis avant le déluge, on craignait que cette opinion n'entraînât pour le monde une trop haute antiquité, et n'ébranlât les croyances chrétiennes, en démentant la chronologie de Moïse. De là une foule d'explications, telles que la précédente, toutes plus singulières les unes que les autres et qui n'expliquaient que l'absence du sens commun et l'ignorance de leurs auteurs. Les choses en étaient là quand parut la théorie de Deluc; elle sembla propre à tout concilier. Au moyen d'une interprétation nouvelle des jours de la *Genèse*, elle mettait des siècles à la disposition des causes secondes pour l'accomplissement des phénomènes géologiques. Elle expliquait la création et le déluge; elle annonçait même qu'il existe une sorte de correspondance entre l'ordre chronologique des différentes créations et celui que les fossiles affectent dans les couches de la terre. Ces caractères, revêtus de si excellentes intentions, ont fait sa fortune. Il reste à savoir si, comme œuvre scientifique et religieuse, elle méritait l'accueil que lui fit le monde.

« Nous ne dirons rien de la difficulté qu'on éprouve à concevoir cette croûte mince et légère du globe, suspendue sur les fragiles cloisons de ces immenses cavernes souterraines dans lesquelles le monde antédiluvien se serait englouti, et dont l'idée, empruntée à Woodward, semble n'avoir été introduite dans la théorie que pour expliquer le déluge, et le mélange de fossiles d'origine et d'époque diverses dans les couches du sol. Nous ne parlerons point de ces précipitations chimiques qui auraient produit les roches granitiques comme les roches sédimenteuses, et qui différaient si essentiellement de ce qui se fait actuellement dans les eaux, puisque, d'après notre auteur, il ne s'y fait plus rien, et que tout est demeuré dans le repos depuis que ces précipitations ont cessé. Au lieu de discuter la valeur intrinsèque de ces causes hypothétiques, dont le géologue de Genève a fait la base de sa théorie, on peut nier les effets qu'il leur attribue, en opposant les faits contraires, fournis par l'observation positive.

« Deluc prétend que les variations du liquide dans lequel les matières minérales se sont précipitées ont produit des pierres différentes; et la vérité est que chaque époque de l'écorce terrestre renferme toutes les espèces de pierres : à toutes les époques on trouve des grès, des sables, des calcaires, des argiles, et des matières charbonneuses.

« Il prétend que les substances minérales des roches ont été précipitées, tandis que les animaux et les plantes ont été ensevelis sous les ruines de la croûte terrestre, comme un homme sous les décombres de sa maison; et les faits prouvent que tous les fossiles ont été apportés un à un par les mêmes causes, qui ont apporté grain à grain tous les autres matériaux des couches; ils prouvent de plus que ces couches prises dans leur ensemble sont le produit du mouvement alternatif, sur des points, et simultané sur les autres, des eaux de la mer et de celles des courants continentaux et des lacs...

« En outre, il n'existe point, comme l'a prétendu Deluc, de concordance entre l'ordre de la création des êtres, et celui de leur apparition dans les couches du sol. A cet égard ses observations sont complétement erronées. Les végétaux qui, selon lui, devraient paraître les premiers, ne se sont montrés jusqu'ici qu'un peu après les coquilles, les poissons et d'autres animaux marins. Les animaux terrestres qui ne devraient se rencontrer que dans la sixième période de Deluc, c'est-à-dire au sein de nos couches meubles et superficielles, existaient longtemps auparavant, puisqu'on en trouve dans les terrains jurassiques et dans les tertiaires inférieurs et moyens.

« Nous insistons sur ces faits, ils sont importants et tendent à confirmer le sens littéral du texte sacré. Sur tous les points où les géologues ont porté leurs recherches, les couches sédimenteuses les plus profondes ont présenté des animaux marins seuls ou associés à des plantes; mais les plantes ne se montrent point seules avant les animaux; c'est là un fait général ou du moins sans exception jusqu'à ce moment. Or, si les deux jours écoulés entre la création du règne végétal et celle des premiers animaux, eussent été, comme Deluc le veut, des périodes de plusieurs milliers d'années, les premiers dépôts formés par les eaux n'offriraient encore que des débris de végétaux; les mollusques, les articulés, les poissons, etc., ne se verraient que dans des couches beaucoup plus élevées; car du moment que les fleuves et les mers ont existé, les courants ont commencé à entraîner et à déposer les matériaux mobiles qui se trouvaient sur leur passage; et puisque l'observation des fossiles établit que dès le commencement ils traversèrent de vastes forêts, que de nombreux végétaux se développèrent sur les bords de leurs bassins, il en faut nécessairement conclure que de grands dépôts d'anthracite et de houille auraient dû s'accumuler pendant le

cours de ces deux périodes avant l'arrivée dans les couches du sol d'aucun animal fossile soit terrestre, soit aquatique. Ainsi ces longues périodes de durée inconnue ne s'accordent pas mieux avec les faits géologiques qu'avec le texte sacré.

« Si le troisième jour, qui fut celui de la création des plantes, avait été l'un de ces immenses intervalles de temps que supposaient pour Deluc les révolutions du globe, il faudrait admettre, avec lui, que les végétaux produits par la seule lumière et le calorique, appartenaient à des espèces très-différentes des nôtres, puisqu'elles se développèrent sans l'intervention du soleil, et qu'elles vécurent longtemps avant l'apparition de cet astre, et c'est ce que l'observation ne permet pas de soutenir. Les espèces végétales de la houille et de l'anthracite étaient ordonnées comme les nôtres par rapport à la lumière du soleil; elles se sont développées sous son influence; les animaux fossiles qui les accompagnent dans les plus anciennes couches avaient des yeux; les yeux des trilobites, genres de crustacés propres aux terrains primaires, sont par leur organisation tout à fait analogues à ceux des crustacés actuellement existants : les yeux des ichthyosaures renferment un appareil tellement semblable à celui qu'on trouve dans les yeux de plusieurs animaux, qu'il nous est impossible de douter que ces yeux fossiles ne fussent des appareils optiques calculés pour recevoir de la même manière la lumière qui transmet encore la vision des objets aux animaux de notre époque. Cette conclusion est confirmée par ce fait général que toutes les têtes fossiles de poissons ou de reptiles, quelle que soit la formation géologique où elles se rencontrent, offrent des cavités orbitaires pour que des yeux aient pu y être logés, avec des trous pour le passage des nerfs optiques, bien qu'il soit rare de retrouver dans ces cavités quelque reste de l'œil lui-même. Le soleil et la lumière ont donc existé à toutes les époques géologiques.

« Les plus grands végétaux fossiles ne sont pas plus gigantesques que nos arbres des forêts du Nord; nous avons des plantes aquatiques, comme le *fucus gigantinus*, dont les tiges ont plus de 300 pieds de longueur. Est-ce aussi le calorique qui a donné des proportions gigantesques aux reptiles des terrains secondaires, et à nos grands mammifères des terrains tertiaires? Les différences spécifiques qui existent entre nos plantes et celles des anciens terrains ne sont ni plus ni moins grandes que celles qui distinguent nos végétaux et nos animaux d'Europe de ceux d'Amérique ou de la Nouvelle-Hollande; leur existence et leur extinction ne supposent aucune révolution, aucun changement, aucune différence appréciable dans les conditions générales de la vie à la surface du globe.

« Ainsi cette interprétation nouvelle du mot *jour* de la *Genèse*, imaginée par Deluc pour concilier la Bible avec l'observation, telle qu'elle se présentait alors, aurait pour résultat de les mettre en opposition l'une avec l'autre; et c'est l'observation elle-même, l'observation plus sérieuse et plus étendue, qui nous ramène au sens littéral dont on n'aurait jamais dû s'écarter, parce qu'il est le seul vrai, le seul raisonnable, le seul conforme à l'esprit général de la *Genèse*, et en particulier de l'histoire de la création.

« Ce n'est pas le seul reproche que la critique sacrée ait à faire à la théorie de Deluc. Dans cette théorie, en effet, les périodes indéterminées se terminent par des révolutions qui détruisent les créations existantes; or, il n'est pas croyable que l'historien qui raconte les créations de chaque jour ou période, eût gardé un silence absolu sur les révolutions qui auraient détruit le soir l'œuvre du matin. En un mot, la théorie de Deluc est, sur tous les points, opposée à l'unité harmonique de l'histoire de la création, telle que nous l'enseigne la *Genèse*. Comment se fait-il donc qu'une pareille théorie ait été et soit encore non-seulement adoptée, mais défendue avec une sorte de colère par tant d'esprits qui se proposent de défendre la révélation (316) » ?

DÉLUGE MOSAIQUE, *explique-t-il toutes les stratifications et fossilisations du globe? — Voy.* CHAUBARD et DEBREYNE. — *A-t-il été une irruption de l'Océan? — Voy.* ibid. — *A-t-il été universel? — Voy.* ibid. — *Quelles sont ses causes? — Voy.* ibid., et de plus KLEE, DALMAS, etc.

DÉLUGE DE JOSUÉ. — *Voy.* DEBREYNE et CHAUBARD.

DESCARTES, *son opinion sur les forces de la matière. — Voy.* LAPLACE.

DESDOUITS, *son opinion sur le récit de la Genèse. — Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN). — *Réfute la cosmogonie du R. P. Debreyne — Voy.* DEBREYNE.

DESMAREST. — *Voy.* GÉOLOGIE.

DESTRUCTION ET RÉFORMATION SUCCESSIVES DU MONDE. — *Voy.* GÉOLOGIE. — *Opinion de Mgr Wiseman. — Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN).

DEVONIEN (dérivé de *Devonshire*, comté d'Angleterre). — Nom donné par M. Murchison au deuxième étage des terrains paléozoïques. C'est dans cet étage que les reptiles paraissent pour la première fois. On connaît en France l'étage dévonien le mieux caractérisé. Sur le grand massif de la Bretagne, il occupe, d'après MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, une bande parallèle au cours de la Loire depuis Chavaignes, en passant par Rablay, Chalonnes, Ingrande (Maine-et-Loire), jusqu'à Ancenis et Riaille (Loire-Inférieure). Un autre lambeau se voit, d'après M. de Verneuil, dans la même direction, d'Angers à Châteaubriand. Un autre occupe Viré et Brulon (Sarthe), et s'étend probablement à Gahard, près de Rennes, à Izé, près de Vitré (Ille-et-Vilaine). Quelques autres

(316) M. l'abbé MAUPIED, *Dieu, l'homme et le monde*, t. III.

se montrent à la Baronnière (Mayenne), dans la rade de Brest, à Kerlever, au Faou, à l'Ile Ronde, à la presqu'île de Crozon (Finistère), à Néhou (Manche). Dans le nord de la France on en voit un lambeau très-remarquable par ses fossiles, à Ferques (Pas-de-Calais) ; puis, à Bellignies (Nord), et à Montrepuis (Aisne), commencent des surfaces qui s'étendent dans la Belgique. Dans les Pyrénées, on a encore reconnu positivement l'étage dans les marbres rouges et verts des parties de la vallée supérieure de Campan (Hautes-Pyrénées), à Gèdre, sur la pente du Bréda, à Marignac, près de Saint-Béat, à Sirp (Haute-Garonne); sur le versant méridional des montagnes Noires (Aude) ; à Neffiès (Hérault). En Espagne, MM. Paillette et de Verneuil l'ont reconnu dans les Asturies, à Ferones; dans la Catalogne, au col d'Ogasa, et à Léon Sabero.

En Angleterre, l'étage dévonien occupe une aussi vaste surface que les étages plus anciens. Il couvre presque toute l'extrémité sud du Cornwall et du Devonshire, l'extrémité nord du Devonshire et une partie du Somerset, etc.

En Belgique, une large bande est-nord-est s'étend depuis Avesnes, en France, en passant par Chimay, Couvin, par Beaumont, à Givet, à la Marche, à Ferrière, à Verviers, Eupen, jusqu'à Stolberg et à Eschweiler dans le grand duché du Rhin, en Prusse, etc.

Quelques lambeaux se montrent dans le Wurtemberg, à Friederich-Hall; dans le Hartz, au nord-ouest de Magdebourg; dans la Bavière, près de Bayreuth ; dans la Silésie, à Ebersdorf, à Glatz.

La Russie, d'après les beaux travaux de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, en montre d'abord une vaste surface dirigée à l'ouest-nord-ouest depuis Voronez, en passant par Orel, par Smolenck, Dünaburg, Mittau, jusqu'à Wendau sur la mer Baltique ; il couvre le golfe de Livonie ou de Riga, et représente une grande étendue, se dirigeant au N.-N.-E., occupant la Livonie, Pshof, le sud-est de la province de Saint-Pétersbourg, l'ouest des gouvernements de Novgorod, et va en se rétrécissant depuis Novgorod, Tichwen, jusqu'au bord du lac Onega, etc. L'Asie Mineure en offre un lambeau d'après les recherches de M. Tchiacheff, à Iznika (ancienne Nicée), à Anthéorus, frontière du Kurdistan; on sait encore qu'il existe dans la province de Yuennam, à 100 lieues au nord de canton, en Chine, où M. de Koninck crut l'avoir reconnu par les fossiles.

L'Amérique est aussi bien répartie que l'ancien monde pour l'étage dévonien. D'après la carte de M. Lyell, on en voit deux petits lambeaux dans le Massachussetts; une grande surface commence au sud de l'Etat de New-York, d'où il se sépare en deux bandes dirigées au S.-S.-O. L'une, à l'est, passe dans les Etats de Pensylvanie, de Virginie, jusque dans le Tennessée. L'autre branche, ouest, suit les bords occidentaux du lac Erié, passe par les provinces de l'Ohio et du Kentucky, jusque dans le Tennessée. Une autre vaste surface occupe le Michigan, sur les bords du lac Huron et du lac Michigan. Une dernière bande, en cercle, se voit dans les Etats d'Illinois, d'Indiana, du Kentucky et du Missouri. L'Amérique méridionale offre aussi cet étage très-développé. Il couvre, en effet, une surface immense, de plus de 300 lieues, sur les versants orientaux des Andes boliviennes, depuis la province de Mûnecas, en passant par Cochabamba, Potosi et Chuquisaca, jusques auprès de Santa-Cruz de la Sierra. Il reparaît ensuite à l'est de la province de Chiquitas, où il est encore très-développé. On sait, de plus, qu'il constitue le sol des îles Malouines et qu'il se rencontre à la Nouvelle-Hollande, à l'île de Van-Diémen et dans l'Australie. On voit, par ce qui précède, que l'étage dévonien est un des plus répandus à la surface du globe

Sur les points où l'on a parfaitement constaté sa superposition, on a reconnu que, le plus souvent, l'étage repose sur l'étage silurien supérieur.

Lorsqu'on voit sa base, il repose quelquefois, aussi, sur les roches aroïques ou granitiques, par exemple dans la Vendée, et sur presque tous les points du grand plateau central. En Russie, tel est le fait pour le lambeau du Donetz, près de la mer d'Azof. Comparé à la concordance qui nous donne la preuve que l'étage carbonifèrien a bien succédé à l'étage dévonien dans l'ordre chronologique, nous avons les discordances qui viennent nous fixer sur les véritables limites de l'un et de l'autre; car il est évident que, pour que l'étage carbonifèrien repose, au Canada, sur l'étage silurien supérieur, il faut qu'il manque, sur ce point, l'étage dévonien qui lui est inférieur sur les points intacts. Pour que l'étage carbonifèrien repose, en Bohême, sur l'étage silurien, il faut qu'il manque deux étages sur ce point. Pour que, dans la Vendée, sur le plateau central de France et dans le Donetz, l'étage carbonifèrien repose sur les terrains azoïques et granitiques, il faut qu'il manque, sur ces lieux, les étages dévonien et silurien qu'on trouve partout les uns sur les autres en Angleterre, en Russie, en Allemagne, en Belgique, aux Etats-Unis et dans l'Amérique méridionale. Ce manque de l'étage devonien sur ces points équivaut, pour nous, à la discordance la plus tranchée; car il a fallu un grand mouvement géologique entre les étages dévonien et carbonifèrien, pour qu'un seul des deux existe sur ces points, quand ces étages se suivent régulièrement ailleurs. Il y a donc eu, certainement, une perturbation géologique sur ces différents lieux où l'ordre est interrompu entre les deux époques, qui a bien limité, bien séparé géologiquement les étages dévonien et carbonifèrien. C'est cette séparation des deux étages sur les points où il y a lacune qui nous donne, pour les points où il y a concordance, les véritables limites comparatives des deux étages, les points où s'arrête l'un et commence l'autre. En effet, au lieu de se succéder régulièrement pour que l'étage dévonien manque sous l'étage carbonifèrien, il a fallu, nécessairement, sur

ces points, sans doute surélevés au-dessus des mers pendant la période dévonienne, qu'il se fit ensuite, au commencement de la période carbonifèrienne un mouvement d'affaissement ; car, sans cette circonstance, l'étage carbonifèrien n'aurait pu se déposer sans celui qui lui est inférieur dans l'ordre chronologique.

Les couches de presque tous les points où se trouve l'étage dévonien de France sont fortement inclinées ou contournées. Il en est de même sur les bords du Rhin, en Belgique, en Angleterre et dans l'Amérique méridionale ; mais il paraît que dans beaucoup des contrées où se rencontre l'étage dévonien aux Etats-Unis, il offre encore des parties considérables tellement peu éloignées de l'horizontalité, qu'on serait porté à croire qu'elles sont encore telles qu'elles ont été déposées primitivement dans les mers de cette époque. Elles sont alors en couches concordantes sur l'étage précédent.

M. d'Orbigny a reconnu, à l'ensemble de l'étage dévonien dans l'Amérique méridionale, une puissance de 500 à 600 mètres ; mais, sur d'autres points, comme dans l'Amérique septentrionale, dans l'Etat de New-York, on lui a reconnu jusqu'à 2,500 mètres; en Angleterre, M. Marchison leur trouve 3,050 mètres d'épaisseur, puissance qui témoigne de la longueur de cette période géologique.

Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres.—Pour distinguer l'étage dévonien des trois étages inférieurs, nous avons tous les genres éteints successivement dans ces deux premiers âges du monde. D'abord les 28 genres nés et disparus dans l'étage silurien inférieur ; les 10 genres spéciaux à l'étage silurien supérieur et qui n'y ont pas survécu ; puis enfin les genres *odontopleura, calimene, cyphaspes* et *ampyx*, parmi les crustacés ; les genres *lituites, oncoceras, hortolus*, parmi les mollusques céphalopodes, le genre *orbicella*, parmi les mollusques brachiopodes ; le genre *sulcopora*, parmi les mollusques bryozoaires; les genres *cupulocrinus* et *tentaculites*, parmi les crinoïdes, qui se sont éteints également, durant la période de l'étage silurien supérieur, et ne sont pas arrivés jusqu'à celui-ci. Nous aurions alors, en réunissant tous ces genres, le nombre 49 pouvant servir de caractères spéciaux, dans les terrains paléozoïques, pour distinguer l'étage dévonien des deux étages inférieurs, attendu qu'ils ne s'y sont pas encore trouvés.

Pour distinguer l'étage dévonien des deux étages carbonifèrien et permien, qui lui sont supérieurs, nous avons encore, comme caractères négatifs, tous les genres suivants, qui lui sont encore inconnus, et sont, au contraire, spéciaux, jusqu'à présent, à ces deux étages supérieurs ; parmi les céphalopodes, les *nautiloceras* et deux autres genres; parmi les mollusques gastéropodes, l'*acteonina* et 5 autres genres; parmi les mollusques lamellibranches, l'*edmondia* et 6 autres genres ; parmi les mollusques bryozoaires, les genres *coscinium* et 5 autres genres ; parmi les echinodermes, les *cidaris* et les *gilbertsocrinus*, et 9 autres genres ; parmi les zoophytes 7 genres ; c'est-à-dire 41 genres qu'on n'a pas encore rencontrés dans l'étage dévonien. En résumé, 47 genres servent de caractères négatifs pour distinguer l'étage dévonien des deux étages inférieurs, et 41 genres servent à le distinguer des deux étages supérieurs ; 88 genres peuvent donc donner des caractères stratigraphiques négatifs pour distinguer l'étage dévonien des autres étages des terrains paléozoïques.

Caractères paléontologiques positifs tirés des genres. — Nous avons 78 genres, qui, inconnus dans l'étage silurien, pourront donner autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage dévonien.

Parmi ces genres, nés à l'époque dévonienne, il en est qui sont autant de caractères positifs pour le distinguer des deux étages suivants : ce sont tous ceux qui apparaissent et disparaissent dans cet étage, ne durant sur la terre que pendant une seule époque géologique. Ils forment le total de 52 genres pouvant donner des caractères positifs entre les étages dévonien et carbonifèrien. Nous avons donc, comme offrant des caractères positifs génériques, 78 genres pour distinguer l'étage dévonien des étages paléozoïques inférieurs, et 52 pour le distinguer des deux étages paléozoïques supérieurs; en tout, 130 genres pouvant, dans l'état actuel de nos connaissances, servir de caractères positifs. En résumé, de la combinaison des 130 genres servant de caractères positifs, et des 88 genres pouvant servir de caractères négatifs pour distinguer l'étage dévonien des autres étages des terrains paléozoïques, naissent ces différences d'ensemble qui font reconnaître de suite sa faune spéciale dans toutes les circonstances de dépôt et sous toutes les latitudes.

Caractères paléontologiques tirés des espèces. — N'eussions-nous que les différences déterminées par les genres pour distinguer l'étage dévonien des autres étages des terrains paléozoïques, nous aurions certainement assez de caractères. Mais il nous reste un moyen non moins certain : c'est celui que peuvent nous offrir les espèces au nombre de 1198, propres à toutes les conditions de dépôt, et aux zones diverses de profondeur des mers, à l'époque dévonienne du monde entier.

Parmi ces espèces, celle qu'on rencontre partout est surtout le *spirigerina reticularis*. Parmi les espèces largement distribuées à la surface du globe, il en est qui ont une immense importance, en ce qu'elles peuvent, indépendamment de tous les caractères généraux tirés des genres, reculer encore les limites d'extension et de contemporanéité d'existence. Nous voulons parler des espèces qui, sans suivre aucune des lignes isothermes actuelles, se trouvent à la fois dans l'ancien monde, depuis l'Asie Mineure, l'Espagne, la France, l'Allemagne, la Russie, jusqu'à l'Oural, ou le cercle polaire; et,

dans le nouveau monde, depuis la province d'Alabama jusqu'au Canada.

C'est la meilleure preuve que nous puissions apporter de la parfaite contemporanéité d'époque de ces contrées éloignées, et de l'unité des conditions d'existence qui y existait alors en des régions aujourd'hui aussi disparates que la province d'Alabama, l'Asie Mineure, l'Espagne avec le cercle polaire, sur les bords de la mer Glaciale. Cette filiation spécifique prouverait encore que les mers dévoniennes n'étaient pas interrompues, depuis l'Europe jusqu'à l'Amérique, puisque les mêmes êtres s'y trouvaient répandus sur des surfaces immenses bien différentes d'aujourd'hui.

Chronologie historique. — Avec l'extinction de la faune et de la flore de l'étage silurien supérieur, sans doute par suite d'une dislocation géologique, disparaissent 21 genres des animaux qui existaient simultanément avec 418 espèces dépendant de plusieurs classes. Le calme s'est sans doute rétabli; et alors ont paru, sur l'horizon dévonien, 78 genres en 1198 espèces, inconnus à l'étage précédent, qui, joints aux plantes, ont couvert les mers et la terre d'une animation générale.

Pendant la durée de l'étage dévonien, que, d'après la puissance des couches, nous devons croire considérable, les mers couvraient une partie de l'ancien monde, l'Asie Mineure, la France, le nord de l'Angleterre, l'Espagne, la Belgique, l'Allemagne, la Russie, jusqu'au nord de l'Oural, et les bords de la mer Glaciale étaient en partie inondés par ces mers. En Asie, elles se montraient dans l'Asie Mineure et en Chine. Dans l'Amérique du Sud, la mer dévonienne s'étendait, sans doute, sur toutes les régions tropicales du Pérou, de la Bolivia et du Brésil, et se prolongeait peut-être jusqu'aux îles Malouines, ce que l'uniformité des espèces identiques porterait à croire. Dans l'Amérique septentrionale il nous reste trois immenses lambeaux de l'ancienne mer, selon toute apparence, alors non interrompue de la province d'Alabama jusqu'à l'Etat de New-York. Ces mers s'étendaient encore à la Nouvelle-Hollande et à l'île de Van-Diémen, dans l'Australie. Nous avons donc la preuve que la mer dévonienne couvrait les régions tropicales, et s'étendait dans l'hémisphère sud jusqu'au 52e degré de latitude, et dans l'hémisphère nord jusqu'au cercle polaire.

Les mers dévoniennes offraient déjà, de plus que l'étage silurien supérieur, un genre de grands reptiles, sans doute marins, à en juger par ses nageoires (*sauropteris*); plusieurs genres nouveaux de poissons ganoïdes et placoïdes; les annélides tubicoles y paraissent pour la première fois, avec quelques genres de crustacés trilobites. Les mollusques céphalopodes y sont en grand nombre, avec le genre *clymenia;* plusieurs genres de gastéropodes, de samellibranches, de bryozoaires y naissent; tandis que les mollusques brachiopodes y sont à leur maximum de développement générique, en même temps que les crinoïdes et quelques familles de poissons. En résumé, 78 genres inconnus à l'étage inférieur sont nés à cette époque. Ces mers nourrissaient, de plus, quelques plantes marines, telles que les suivantes : *fucoïdes graphica* (Hall); *fucoïdes verticalis* (Hall).

Les continents ne nourrissaient encore aucun animal terrestre, au moins n'en connaît-on pas encore dans les couches géologiques; mais ils étaient certainement couverts de nombreux végétaux. Les dépôts de houille si riches qu'on rencontre intercalés dans les couches marines, dans le grand bassin de Sabero, en Espagne, en sont la meilleure preuve. Seulement, comme on avait cru, pendant longtemps, que tous les dépôts houillers dépendaient de l'étage carbonifèrien, ces plantes ont été confondues avec celles de ce dernier étage; et il reste à faire, pour les retrouver, une grande séparation. En attendant, nous indiquons ici les quelques espèces pour lesquelles il n'y a pas de doute : *sigillaria chemungensis*, (Hall.); *sphenopteris laxus*, (Hall).

Quand on voit la même faune couvrir à la fois la zone torride et les deux hémisphères, presque jusqu'aux pôles, ou passer par-dessus toutes nos zones isothermes actuelles, chaudes, tempérées et froides, on doit en conclure qu'à cette époque, pour qu'il en fût ainsi, il a fallu qu'il existât partout la même température, ou tout au moins une température peu différente. Ce fait, qui est la déduction rigoureuse de la répartition géographique ancienne des êtres de l'époque dévonienne, prouve, nous le croyons, que la chaleur centrale propre à la terre neutralisait l'effet des lignes isothermes que nous connaissons aujourd'hui.

Les oscillations du sol pendant cette période paraissent avoir existé. Nous pensons, du moins, qu'on ne peut expliquer que de cette manière les alternances de dépôts houillers et des dépôts sous-marins observés en Espagne. Du reste, nous en retrouverons des preuves à tous les âges du monde, jusqu'aux oscillations que nous voyons de nos jours dans le nord de l'Europe; ce qui prouve encore que les causes physiques ont été les mêmes à toutes les époques géologiques.

Enfin nous avons de très-nombreuses traces du mouvement géologique qui a interrompu la durée de l'étage dévonien, dans les discordances supérieures de cet étage avec l'étage carbonifèrien; discordances qui ne pourraient exister sans cette perturbation géologique; nous les avons peut-être encore par la conservation de quelques-uns des points côtiers qui annoncent un mouvement d'affaissement. Suivant M. Elie de Beaumont, c'est à la fin de cette époque qu'aurait eu lieu le relief du *système des ballons* (Vosges) et des *collines du Bocage* (Calvados), dont la direction est de l'O. 15° N. à l'E. 15° S. On voit encore la concordance la plus marquée entre ces mouve-

ments géologiques et les limites des faunes respectives qui en seraient la conséquence visible.

DIAMANT. *Voy.* l'*Introduction*

DIDELPHES. *Voy.* MAMMIFÈRES.

DINOTHERIUM (δεινὸς, *terrible*, et θηρίον, *animal*). — Mammifère fossile de la famille des dugongs et des lamantins. L'organisation du plus grand nombre des mammifères fossiles, même les plus anciens, diffère en si peu de points importants de celle de leurs représentants actuels dans les divers ordres, qu'on peut se dispenser d'entrer dans des détails d'où ressortiraient certainement des preuves d'une intelligence créatrice, mais des preuves dont il est bien peu qui ne ressortent également de l'anatomie des espèces vivantes.

Le dinothérium, le plus grand des mammifères terrestres qu'il y ait jamais eu, appartient à la période miocène de la série tertiaire. C'est à Eppelsheim, dans la province de Hesse-Darmstadt, que l'on a rencontré les restes de cet animal en plus grande abondance. Ils ont été décrits par le professeur Kaup. Cuvier en cite aussi quelques exemples, comme ayant été trouvés sur certains points de la France, de la Bavière et de l'Autriche.

Les molaires du dinothérium ressemblent assez à celles des tapirs pour que Cuvier ait cru primitivement devoir les rapporter à une espèce gigantesque de ce dernier genre. Depuis, le professeur Kaup a établi pour cet animal le genre dinothérium, intermédiaire entre les tapirs et les mastodontes, et qui remplit une lacune importante dans le grand ordre des pachydermes. La plus grande espèce, le *dinotherium giganteum*, a dû atteindre, d'après M. Cuvier et M. Kaup, la taille extraordinaire de dix-huit pieds en longueur. L'os le plus remarquable qu'on en ait encore trouvé est une omoplate qui par sa forme rappelle plus celle de la taupe que d'aucun autre animal, et semble indiquer ainsi une conformation particulière du membre antérieur destiné à creuser la terre, indication que vient confirmer la structure particulière de la mâchoire inférieure.

Ce dernier os offre, dans la disposition des défenses chez les deux espèces connues, des particularités que l'on n'a encore rencontrées jusqu'ici dans aucune autre espèce vivante ou fossile.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le dinothérium, par ses molaires, se rapproche des tapirs plus que d'aucun autre genre; mais un caractère qui l'en éloigne, ainsi que de tout autre quadrupède connu, c'est l'existence de deux énormes défenses portées à l'extrémité antérieure du maxillaire inférieur, et recourbées en bas comme celles qui existent à la mâchoire supérieure du morse.

Bornons-nous, pour le moment, à citer cette particularité dans la position des défenses, et voyons ce que nous en pourrons conclure relativement aux habitudes des animaux auxquels elles appartiennent. D'abord les lois de la mécanique nous prouvent que des maxillaires longs de près de quatre pieds, et chargés à leur extrémité de défenses aussi lourdes, n'eussent été pour un quadrupède habitant la terre ferme qu'un incommode fardeau. Il n'en eût pas été de même d'un grand mammifère destiné à vivre dans les eaux; et les habitudes aquatiques de la famille des tapirs, si voisins du dinothérium, ajoutent un nouveau poids à l'opinion que ce dernier habitait comme eux l'eau des grands lacs et des rivières. Dans cette hypothèse, le poids de défenses semblables étant soutenu par les eaux, n'aurait eu rien de gênant pour l'animal qui les portait, et si nous les supposons employées à fouiller et à déraciner les végétaux du fond de ces amas d'eau, c'eussent été des instruments réunissant à la fois le pouvoir mécanique de la pioche à celui de la herse à cheval dont se sert l'agriculture moderne. L'énorme tête qui les surmontait, en pesant de tout son poids sur les défenses, eût encore ajouté à leur action, dans cette hypothèse, de la même manière que l'action de la herse s'accroît par les poids dont on la charge.

Les défenses du dinothérium ont encore pu lui être d'un grand avantage pour fixer sa tête au rivage en tenant ses narines hors de l'eau, de façon à pouvoir respirer en sûreté pendant le sommeil, en même temps que le corps flottait avec aisance au-dessous de la surface liquide. L'animal pouvait reposer ainsi amarré au rivage du lac ou de la rivière qu'il avait pour habitation sans le moindre déploiement de force musculaire, le poids de la tête et du corps tendant à fixer et à enfoncer les défenses de la même manière que le poids du corps d'un oiseau endormi a pour action d'étreindre davantage les serres autour de la branche sur laquelle il est perché; peut-être aussi les employait-il à se traîner hors des eaux, comme le morse en a l'habitude; enfin ce devaient être de formidables instruments de défense.

La structure de l'omoplate dont il a déjà été question, semble prouver que les pieds antérieurs étaient organisés de façon à concourir avec les défenses et les dents pour arracher les grands végétaux du fond des eaux. La longueur énorme que l'on assigne au corps eût été sans inconvénient pour un animal vivant dans l'eau; elle eût au contraire grandement embarrassé un quadrupède habitant la terre ferme.

Ainsi tous ces caractères d'un quadrupède gigantesque herbivore et habitant des eau constituent un ensemble de dispositions en harmonie avec l'état du globe couvert de lacs, durant cette portion de la période tertiaire à laquelle paraît avoir été limitée l'existence de ces créatures en apparence si anormales.

DIODON (Linn. genre de poisson, de la famille des Gymnodontes). — Les caractères sont : corps orbiculaire, allongé ou sphérique, suivant les espèces, et recouvert de piquants; mâchoires portant, au lieu de dents, une plaque divisée, d'avant en arrière, par une rainure très-marquée et sil-

connée transversalement, qui sert d'appareil masticateur. On trouve au Monte-Bolca le *D. Tenuispiscus*, Agassiz.

DIORITE. — Roche qui a reçu aussi de M. Al. Brongniart le nom de Diabase. Elle est composée d'amphibole et de feldspath, et contient en outre, disséminés, du mica, du quartz, de l'épidote, du grenat, du titane, du soufre, du fer, etc. La diorite était estimée des anciens et fut employée dans les monuments de l'Egypte. Elle reçoit plusieurs noms suivant sa texture. La *diorite granitoïde* ou grenue est commune dans les Vosges et dans les environs de Nantes; on appelle *diorite schistoïde* celle qui se délite facilement; la *diorite porphyroïde* est celle dans laquelle sont disséminés des cristaux de feldspath. La *diorite orbiculaire*, ou *granite orbiculaire de Corse*, est composée de cercles d'amphibole qui alternent avec des cercles de quartz, et l'on fabrique avec elle des vases et autres objets d'un grand prix. Cette roche constitue des montagnes entières dont les couches sont quelquefois très-redressées, et on la rencontre souvent intercalée entre des granits, ce qui semble indiquer une origine commune

DIPLODUS (*Agass.*). — Genre de poisson fossile, de la famille des hybodontes, qui est ainsi caractérisé : Couronnes distinctes, jusqu'au nombre de cinq, implantées dans une seule racine et offrant chacune une cavité pulpaire unique; tubes calcifères ondulés et disposés parallèlement; dentine quelquefois disposée en couches concentriques; point de couche d'émail. Ce genre se trouve dans les terrains houillers.

DIPLOPTERUS (*Agass.*). — Genre de poissons fossiles, de la famille des sauroïdes. Il est, caractérisé comme suit : Corps allongé et svelte; écailles rhomboïdales, simples, engrenées par leurs bords obliques; tête grande, large, plate et museau arrondi; mâchoires vigoureuses, garnies d'une rangée de dents coniques, serrées et d'égale grandeur; nageoires pectorales grandes, arrondies et placées sur les côtés de la gorge; les ventrales petites et placées au milieu du ventre; deux dorsales et deux anales opposées les unes aux autres et fort espacées; la caudale hétérocerque, ayant au bord supérieur de véritables rayons au lieu de fulcres. Ce genre se trouve dans le terrain houiller et le vieux grès rouge.

DIPROTODON. — Genre de mammifères fossiles, de l'ordre des marsupiaux, constitué par M. Owen, sur une seule dent recueillie dans la vallée de Wellington à la Nouvelle-Hollande, dent qui a quelque rapport avec celle des dugongs. L'espèce décrite, à laquelle on suppose la taille d'un cheval, a été nommée *D. Australis*.

DIRECTION ET INCLINAISON DES COUCHES. — Lorsqu'on a besoin de connaître l'une ou l'autre, on fait usage d'une boussole qui doit être placée dans une boîte carrée, afin d'appliquer un de ses côtés parallèlement à la ligne de 0° à 180°, sur une ligne horizontale tracée sur le plan de la couche. L'angle qu'indique l'aiguille est la direction de cette couche. Quant à l'inclinaison, elle se mesure à l'aide d'un perpendiculaire ou tige métallique libre qui est adaptée au pivot. On place alors la face de la boussole, à laquelle correspond le zéro, sur le plan, dans une direction perpendiculaire à la précédente, et l'on suit l'angle indiqué par la pointe du perpendicule, angle qui se trouve égal à celui que forme la couche avec le plan horizontal. Les couches redressées offrent communément une direction constante dans les contrées d'une certaine étendue; mais l'inclinaison ne donne pas un résultat analogue, et presque toujours elle va en diminuant, à mesure qu'on s'écarte de l'axe central d'une chaîne. Les travaux de M. Elie de Beaumont sur le soulèvement des montagnes ont attaché une nouvelle importance à l'observation de la direction des couches.

DISPOSITION DES COUCHES CARBONIFÈRES; *utilité et avantages qui en résultent pour l'homme.* — *Voy.* COUCHES CARBONIFÈRES.

DUNES. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

E

EAU, *son rôle; mécanisme des sources.* — *Voy.* SOURCES.

ÉCHINIDES. — Ordre d'échinodermes rayonnés. Corps rond, ovale ou déprimé, dépourvu de bras, muni d'une bouche et d'un anus distincts, de pédicules respiratoires rétractiles. Charpente testacée extérieure composée de plaques solides contiguës, dont le nombre est limité, formant dix zones disposées par paires, dont les unes sont perforées et donnent passage aux pédicules, et les autres, entières, sont couvertes de mamelons sur lesquels s'attachent des épines également testacées. La bouche est placée au centre inférieur d'irradiation des dix zones; l'anus s'ouvre soit en arrière, soit à l'opposite de la bouche. Tous les *échinides*, sans exception, se tiennent la bouche en bas, et rampent ainsi sur le sol. Exemple : les *oursins*.

Les importants travaux de MM. Agassiz et Desor ont fait bien connaître cette division du règne animal. Si, en effet, la multiplicité des genres, chez des êtres si simples en apparence, effraye au premier abord, lorsqu'on les étudie avec soin, on reconnaît qu'ils sont tous, suivant les principes adoptés par ces auteurs, parfaitement circonscrits, quoique établis sur des caractères d'inégale valeur.

Nous avons dit que dans la station normale, les échinides se tenaient la bouche en bas. Nous allons maintenant donner quelques explications relatives aux différentes parties considérées d'après cette station. On désigne comme partie *inférieure* le côté où la *bouche* est ordinairement centrale ; comme *supérieure*, le côté opposé ; comme *postérieure*, la région où se trouve l'*anus*, et comme *antérieure*, la partie opposée. On appelle *ambulacre* l'espèce d'étoile plus ou moins régulière que forment les dix séries de *pores* qui divergent du *sommet* ou centre supérieur vers les bords, qu'elle soit ou non limitée. Lorsque l'ambulacre forme de simples lignes, il est *simple;* lorsqu'il s'élargit, se circonscrit de manière à représenter les pétales d'une fleur, il est *pétaloïde*. Au sommet supérieur sont de petites pièces diverses symétriquement disposées. Les unes, plus grandes, ont été désignées comme des *plaques génitales;* les autres, plus extérieures, comme des *plaques ocellaires*. On voit, chez quelques genres, une pièce impaire qu'on nomme *plaque suranale*. Les ouvertures de cette région sont les *pores génitaux* et les *trous ocellaires*. Quelques genres ont des bandelettes d'apparence lisse, qu'on désigne sous le nom de *fascioles*, lorsque ces bandelettes entourent les pétales ambulacraires; elles sont *péripétales*, et sous-anales, lorsqu'elles sont au-dessous de l'ouverture anale.

La surface des échinides est, à l'état vivant, couverte de parties allongées testacées, auxquelles on a donné le nom de *piquants*, de *pointes*. Ces piquants sont mobiles et attachés à la surface extérieure de l'oursin, sur une saillie mamelonnée appelée tubercule. Lorsque ce tubercule est pourvu, au milieu, d'une ouverture, on le dit *perforé;* lorsque cette ouverture manque, on dit qu'il est *imperforé*. Un bourrelet entoure ordinairement les tubercules; il est *lisse* ou *crénelé*.

Au premier aperçu on voit dans le tableau de la répartition des échinides dans les couches terrestres, qu'inconnus dans les trois premiers étages paléozoïques, leurs genres montrent ensuite une progression croissante, il est vrai plus apparente que réelle; car c'est plutôt un remplacement successif et régulier de formes, depuis leur première apparition jusqu'à l'époque actuelle.

Comparaison des familles entre elles. — Nous allons comparer les familles entre elles, afin de nous assurer si l'ensemble a suivi la même marche dans l'ordre d'apparition.

Les *cidaritidæ* ont commencé à se montrer avec l'étage carbonifèrien. Il y a eu 3 genres dans les terrains paléozoïques; 2 dans les terrains triasiques ; 3 dans les terrains jurassiques; 2 dans les terrains crétacés ; 1 dans les terrains tertiaires; et 2 seulement sont vivants actuellement. Dès lors les *cidaritidæ* ne seraient pas restées stationnaires depuis leur première apparition sur le globe, mais seraient en voie décroissante depuis les terrains paléozoïques.

Les *échinides* ont leur premier genre dans l'étage sinémurien, l'ensemble en étant ainsi réparti : 6 genres dans les terrains jurassiques ; 9 dans les terrains crétacés; 8 dans les terrains tertiaires, et 18 dans les mers actuelles. Les *échinides* ont donc marché, et sont encore dans une voie croissante de multiplication de formes zoologiques.

Les *salenidæ* ont leur premier genre dans l'étage bajocien. On en voit un genre dans les terrains *jurassiques*; 4 dans les terrains crétacés ; aucun dans les terrains tertiaires, ni à l'époque actuelle. C'est donc une famille éteinte depuis l'époque crétacée, et dès lors doublement en voie décroissante de multiplicité de formes génériques.

Les *ananchytidæ* ont leur premier genre à l'étage bajocien ; un genre dans les terrains jurassiques ; 4 dans les terrains crétacés; aucun dans les terrains tertiaires, ni à l'époque actuelle. C'est donc encore une famille perdue depuis les terrains crétacés.

Les *galeritidæ* ont leur premier genre à l'étage bajocien ; 3 genres dans les terrains jurassiques; 7 genres dans les terrains crétacés; aucun dans les terrains tertiaires, et 1 seul à l'époque actuelle. Les *galeritidæ* auraient donc eu leur maximum de développement générique avec les terrains crétacés, et seraient depuis dans une voie décroissante très-marquée.

Les *nucleolitidæ* ont leurs premiers genres avec l'étage bajocien : 3 genres dans les terrains jurassiques ; 8 dans les terrains crétacés; 5 dans les terrains tertiaires; 3 à l'époque actuelle. Les *nucleolitidæ* auraient donc encore leur maximum de développement zoologique avec les terrains crétacés, et seraient, depuis cette époque, dans une voie décroissante de multiplicité de formes génériques.

Les *spatangidæ* ont leurs premiers genres à l'étage néocomien : 3 genres dans les terrains crétacés, 10 dans les terrains tertiaires, et 9 à l'époque actuelle. Leur maximum serait aux terrains tertiaires ; et l'on pourrait croire que la voie décroissante commence pour eux dès cette époque.

Les *clypeastridæ* ont leur premier genre avec l'étage sénonien : 2 genres dans les terrains crétacés, 8 dans les terrains tertiaires, et 10 dans les mers actuelles. Cette famille, sous le rapport de son développement de formes zoologiques, serait dans une voie *stationnaire ou peu croissante*.

En résumé, deux familles : les *salenidæ* et les *ananchytidæ* ont commencé ensemble avec l'étage bajocien, et ont cessé de se montrer avec les terrains crétacés. Elles sont perdues pour l'époque actuelle.

Quatre familles : les *cidaritidæ*, les *galeritidæ*, les *nucleolitidæ* et les *spatangidæ*, dont la première a commencé avec l'étage carbonifèrien, 2 avec l'étage bajocien, et la dernière avec l'étage néocomien, sont en voie décroissante de développement de formes zoologiques.

Deux familles : les *echinides* et les *clypeastridæ*, sont seules en voie croissante de développement zoologique, tandis que six familles sur huit seraient, au contraire, ou perdues, ou en voie décroissante. Pris suivant les familles, les échinodermes, en général, seraient dans la voie décroissante de développement zoologique la plus marquée et la plus positive.

Considérés quant à leur degré de perfection progressif par rapport à leur ancienneté dans les couches terrestres, les échinodermes *échinides* nous montrent des résultats curieux. Si, en effet, avec tous les zoologistes, nous prenons pour les moins parfaits les genres qui offrent leurs parties rayonnées les plus régulières, nous verrons que les *cidaritidæ* et les *échinides* les plus réguliers sous ce rapport sont aussi les plus anciens sur le globe, ce qui serait parfaitement en rapport avec le perfectionnement progressif. En prenant, au contraire, pour les plus parfaits ceux qui se rapprochent le plus des formes paires, nous verrons que les *ananchytidæ*, les *nucleolitidæ* et les *galeritidæ* se sont montrés 7 étages plus tard que les *cidaritidæ;* que les *spatangidæ* ont paru 14 étages après; et nous aurions encore ici un argument en faveur de l'hypothèse du perfectionnement. Néanmoins, comme faits contraires à cette hypothèse, nous voyons, d'un côté, les *échinides* les moins parfaits toujours en voie croissante, tandis que les *ananchytidæ* les plus parfaits sont perdus avec les terrains crétacés, et ne viennent pas jusqu'à nous; les *spatangidæ*, les *nucleolitidæ*, les *galeritidæ*, bien plus parfaits que les *échinides*, sont aussi en voie décroissante. Tout compensé, les échinides apportent certainement des faits contraires à cette hypothèse de perfectionnement des êtres en marchant des âges anciens aux plus modernes.

Déductions zoologiques générales. — Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux familles, les genres d'échinides nous donnent les résultats suivants : les terrains paléozoïques offrent 3 genres; les terrains triasiques, 2; les terrains jurassiques, 19; les terrains crétacés, 39; les terrains tertiaires, 33; tandis qu'on compte 42 genres à l'époque actuelle. En n'ayant égard qu'aux genres, les échinides connus auraient aujourd'hui une très-légère augmentation de nombre sur l'époque des terrains crétacés, augmentation qu'on pourrait à peine considérer comme un maximum; car on connaît certainement mieux les mers actuelles que les couches fossilifères du globe.

Déductions climatologiques comparées. — La distribution isotherme des genres, dans les âges géologiques, ne suit en rien la distribution actuelle. En effet, aujourd'hui les *diadema*, les *cassidulus*, les *échinolampus*, les *salmacis*, les *laganum*, les *temnopleurus*, les *tripneustes*, etc., etc., sont des mers tropicales de l'Inde, des Antilles, etc., tandis qu'ils se trouvent fossiles en France, en Angleterre, en Allemagne, où la température n'est pas celle de la zone torride. Ainsi donc, aucun doute que la chaleur centrale n'eût neutralisé les zones isothermes de latitude jusqu'aux derniers âges des terrains tertiaires.

Déductions géographiques comparées. — Nous remarquons encore ici les mêmes confirmations, c'est-à-dire qu'on trouve fossiles sur tous les points de notre Europe des genres propres aujourd'hui à la Nouvelle-Hollande, aux Indes et à l'Amérique, tels que les genres *nucléolites*, *eupatagus*, *laganum*, *diadema*, *cassidulus*, *salmacis*, *temnopleurus*, etc., etc. La distribution géologique n'a donc aucun rapport avec la distribution géographique actuelle.

Déductions géologiques générales d'application tirées des genres. — *Les caractères stratigraphiques négatifs* sont d'autant plus certains pour les échinides, qu'aucun des genres ne traverse tous les étages, et qu'au contraire les 71 genres connus à l'état fossile sont cantonnés dans les étages et donnent, pour les terrains et pour les étages où ils ne se trouvent pas, de très-bons caractères négatifs.

Les caractères stratigraphiques positifs sont également très-prononcés pour les échinides, puisque les 71 genres sont limités dans les étages, et offrent de bons caractères stratigraphiques pour les terrains et les étages où ils se sont montrés. Ces caractères sont d'autant plus positifs que, sur ces genres, 49 sont perdus pour l'époque actuelle. La *persistance des caractères positifs* est également la même pour les échinides. Les genres *cidaris*, *diadema*, *hemiaster*, *échinolampas*, etc., etc., le prouvent parfaitement.

Les déductions géologiques tirées des espèces. — A très-peu d'exceptions près, les 695 espèces fossiles rapportées à des étages géologiques certains, sont caractéristiques de ces étages.

ÉCHINODERMES. — C'est une classe de zoophytes rayonnés, renfermant des animaux disposés, lorsqu'ils sont libres, pour la reptation, et dont le corps diversiforme est couvert extérieurement d'une enveloppe tégumentaire testacée, souvent armée d'épines. Des tentacules terminés par des ventouses sortent par des pores disposés en lignes; en général, un anus opposé à la bouche; d'autres fois fixes; ils sont portés alors par un pédoncule testacé.

Les *échinodermes*, par leur enveloppe testacée, se trouvent, au sein des couches terrestres, dans les mêmes conditions de conservation que les mollusques. Il est des cas rares, il est vrai, où les oursins, par exemple, se sont montrés avec leurs pointes, leurs piquants encore en position autour de l'enveloppe testacée : dans l'étage corallien de la pointe du Ché, près de La Rochelle, dans l'étage kimméridgien de Chatelaillon (Charente-Inférieure). M. Mantell en a aussi découvert dans les étages crétacés d'Angleterre. On rencontre quelquefois, soit des astéries ou étoiles de mer, soit des crinoïdes parfaitement complets, c'est-à-dire avec toutes les pièces

testacées qui les composent dans leur position relative, et telles qu'elles étaient à l'état vivant. Ces derniers se sont montrés dans l'étage murchisonien de Dudley (Angleterre), dans les autres étages paléozoïques, dans le muschelkalk du Bas-Rhin, et dans les terrains jurassiques et crétacés de France, d'Angleterre et d'Allemagne.

Le plus souvent, on rencontre les oursins sans leurs piquants, bien conservés à l'état d'empreintes et de moules ; les piquants ou baguettes de ceux-ci séparés, ainsi que les parties composantes des astéries et des crinoïdes.

Cette série d'animaux est remarquable par la cassure spathique que présente toujours sa partie testacée fossile, lorsqu'elle est encore à l'état calcaire. Ce caractère est un moyen certain de distinguer les échinodermes des autres fossiles qui pourraient leur ressembler plus ou moins par la forme.

En laissant de côté les *holothuries* qui, n'ayant que des parties charnues, ne renferment pas d'espèces fossiles, on peut diviser les échinodermes à enveloppes testacées en quatre ordres parfaitement caractérisés : les *échinoïdea*, les *asteroidea*, les *aphiuroidea* et les *crinoidea*.

ECRIVAINS PHYSICO-THÉOLOGIENS *Voy.* GÉOLOGIE.

ÉLECTRICITÉ PRÉSENTÉE COMME LA CAUSE DES MOUVEMENTS DES ASTRES. *Réfutation de cette théorie.* — *Voy.* DEBREYNE, MAUPIED, CHAUBARD.

ÉLÉMENTS DES CORPS. *Voy.* l'*Introduction*.

ÉLÉPHANTS. *Voy.* MAMMIFÈRES.

EMBRANCHEMENT DES ARTICULÉS. — Les quatre grandes classes maintenant existantes de l'embranchement des articulés, ainsi que plusieurs des ordres qui constituent ces classes, ont pris leur place dans l'univers pour y remplir leurs fonctions respectives, dès l'époque reculée des formations de transition. Des témoignages nous attestent que des changements se sont accomplis dans les familles dont ces ordres se composent, à diverses époques très-éloignées entre elles des séries secondaire et tertiaire ; enfin, chaque famille a été diversement représentée durant des périodes différentes par des genres, dont quelques-uns ne nous sont connus qu'à l'état fossile, tandis que d'autres genres, surtout des classes inférieures, sont parvenus jusqu'à nous, en traversant toutes les périodes géologiques.

Ces faits nous conduisent à des conclusions d'une haute importance dans l'investigation de l'histoire physique de notre globe. Si les classes, les ordres, les familles actuelles d'animaux articulés, marins et terrestres, occupent ainsi des périodes géologiques différentes depuis le moment où la vie apparut à la surface de notre globe, il nous est permis d'en conclure que l'état de la terre et des eaux, aussi bien que de l'atmosphère, pendant la durée de toutes ces époques, ne différait pas autant de leur condition actuelle que l'ont supposé plusieurs géologues. Nous en tirons encore cette conséquence, que pendant ces époques diverses, et au sein des changements qui s'y sont accomplis, les fonctions relatives des êtres qui ont représenté successivement les deux règnes animal et végétal ont toujours été les mêmes que remplissent leurs représentants de l'époque actuelle, et c'est ainsi que nous relions toute la série des formes organiques passées et présentes comme des parties d'un grand tout, merveilleusement plein d'ensemble et d'harmonie.

EMPREINTES ORGANIQUES. — Le corps organisé qui a laissé, dans les couches, des traces durables de son existence, ne s'y trouve pas toujours intégralement représenté ; souvent une ou plusieurs de ses parties ont disparu, ou même, dans quelques cas, toutes ont été complétement détruites, et des caractères organiques du corps enfoui, il ne reste plus que l'image de ses formes. On dit, dans ce cas, que le corps existe à l'état d'*empreinte organique*.

Les empreintes organiques qui nous offrent dans la nature tous les résultats auxquels on est parvenu, par le travail, dans l'art du modelage des corps, doivent emprunter leurs termes à la sculpture et à l'architecture. La nature, en effet, a dû procéder comme les modeleurs. Lorsqu'une coquille, ou tel autre corps solide, s'est trouvée entourée de sédiments fins, ceux-ci, en contact immédiat, en ont reproduit les moindres accidents. Supposons, pour expliquer le fait, qu'après l'endurcissement de la couche, la coquille ou le corps vienne à disparaître sous l'influence de certaines causes, comme, par exemple, sa dissolution par les eaux infiltrantes, il ne restera plus, dans la couche au sein de laquelle gisait le corps, qu'une image en creux de la forme de ses contours ; c'est ce que nous appelons *empreinte organique*. Suivant l'état plus ou moins complet de cette empreinte, nous la désignerons sous le nom de *moule*, de *modèle*, d'*empreintes* et de *contre-empreintes*.

EMPREINTES PHYSIOLOGIQUES. — On appelle ainsi des vestiges fossiles laissés par les corps vivants sur les sédiments non consolidés, et qui se rapportent moins à ces parties solides des corps qu'aux habitudes vitales et physiologiques de ceux-ci. Il s'agit d'empreintes de pas d'animaux, de sillons, de cannelures, de bourrelets, laissés par les organes de mouvement des animaux marcheurs et nageurs. M. Hitchcock, qui a beaucoup étudié les empreintes fossiles de pas d'animaux, les a désignées sous le nom général d'*ichnites* (ἴχνος, *trace*, *vestige*), en appelant *ichnologie* la science qui s'occupe de ces sortes de fossiles. Nous y réunirons également les empreintes analogues laissées par les animaux nageurs, et nous nommerons encore cette série d'empreintes, bien distincte de la première, *empreintes physiologiques* ; car nous trouvons inutile de surcharger la science de noms nouveaux pour désigner des choses qui rentrent dans les acceptions vulgaires. Il est certain que les

noms d'*empreintes physiologiques*, de *pas d'animaux*, de *pas de reptiles*, etc., s'entendent mieux que les mots d'*ichnites* et d'*ichnologie*.

Poussant plus loin son travail, M. Hitchcock les a subdivisées en deux groupes : 1° les *sauroïdichnites*, 2° les *ornithichnites*, suivant qu'elles se rapportent à des sauriens ou à des oiseaux; et plus récemment le même auteur a proposé une autre division, dans laquelle il a tenu moins compte des caractères généraux de zoologie que du nombre de parties composant chacune de ces traces; telles sont les *polypodichnites*, ou traces à plusieurs pieds; les *tétrapodichnites*, ou traces à quatre pieds; les *dipodichnites*, ou traces à deux pieds, et enfin les *apodichnites* ou traces sans pieds. Les traces de poissons laissées sur les fonds vaseux par les organes de natation de ces animaux, ont été désignées par Buckland sous le nom d'*ichthyopatolites*. Nous croyons qu'on doit tout simplement désigner ces empreintes comme des *empreintes physiologiques* d'oiseaux, de sauriens et de poissons, et ne pas admettre surtout les termes déduits du nombre des pieds.

ENCRINITE MONILIFORME. — A l'article Crinoïdiens nous avons présenté les généralités sur cette famille curieuse de zoophites; mais la méthode la plus sûre pour arriver à expliquer l'économie générale des crinoïdes, c'est d'étudier avec quelques détails l'anatomie d'une espèce en particulier. Je choisis, dans ce but, l'espèce fossile qui forme le type de l'ordre, l'encrinite moniliforme. Parkinson et Miller en ont donné des descriptions complètes et détaillées, et ils ont fait voir qu'elle offre une réunion d'agencements mécaniques destinés à mettre chaque organe en harmonie avec les fonctions qu'il est appelé à remplir, et surpassant jusqu'à l'infini, en perfection et en délicatesse, les dispositions les plus parfaites que nous trouvions dans les mécanismes sortis de la main de l'homme.

Nous lisons dans l'ouvrage de M. Parkinson (317) que cet auteur s'est assuré, par une observation attentive, qu'indépendamment des pièces qui peuvent être contenues dans la colonne vertébrale, et qui, en raison de la longueur probable de cet organe, durent être fort nombreuses, le squelette de la partie supérieure de l'encrinite-lys (*encrinites moniliformes*) en renferme au moins 26,000 bien distinctes (318).

M. Miller fait observer que ce nombre s'accroîtrait d'une manière encore plus surprenante si l'on y faisait entrer celui des petites lames calcaires dont se compose l'enveloppe qui recouvre la cavité abdominale et la surface interne des doigts et des tentacules (319).

Nous examinerons d'abord les dispositions des articles qui constituent la colonne vertébrale, et qui sont disposés pour que la flexion puisse s'opérer dans tous les sens; puis nous partirons de là pour étudier l'arrangement de toutes les autres parties du corps.

Ces pièces sont empilées les unes au-dessus des autres, comme les pierres d'une svelte colonnette gothique. Mais comme chaque articulation devait conserver un certain degré de flexibilité, et que le résultat total de ces flexions isolées devait varier sur les différents points de la colonne, être moindre à la base et plus grande au sommet, nous voyons varier suivant la même proportion la forme externe et interne, ainsi que les dimensions de chacune de ces parties (320).

(317) *Organic remains*, t. II, p. 180.

(318) Os du bassin (*pelvis*).	5
Pièces costales (*ribs*).	5
Pièces claviculaires (*clavicles*).	5
Pièces scapulaires (*scapulæ*).	5
Dix bras ou rayons (*arms*), composés chacun de six articles.	60
Mains (*hands*). Chacune se compose de deux doigts, en tout 20 doigts, dont chacun renferme au moins 40 osselets.	800
Tentacules. Chacun des 6 articles qui entrent dans la composition des 10 bras en supporte 30, en tout.	1,800
50 naissent également, terme moyen, de chacun des 800 os des doigts, en tout.	24,000
	26,680

(319) Bien que les noms dont nous nous servons soient empruntés au squelette des animaux vertébrés, et ne puissent s'appliquer rigoureusement aux échinodermes rayonnés, il est bon de les conserver, jusqu'à ce que l'anatomie de ces animaux ait été mise plus en rapport avec leur organisation.

(320) Le corps est supporté par une longue colonne vertébrale, laquelle s'attache au fond par une base élargie. Cette colonne se compose d'une suite de pièces cylindriques épaisses, solidement articulées les unes avec les autres, et percées d'un canal à leur centre, de la même manière que le canal spiral est percé dans les vertèbres d'un quadrupède. Une petite cavité alimentaire descend dans ce canal, depuis l'estomac jusqu'à la base de la colonne. Cette dernière offre à sa base la forme la plus avantageuse sous le rapport de la solidité, la forme cylindrique. D'espace en espace, et d'autant plus fréquemment qu'il s'agit de portions plus rapprochées du sommet, elle est interrompue par des anneaux d'un diamètre plus grand, et d'une forme globuleuse déprimée. Vers le sommet de la colonne, chaque anneau le plus grand est immédiatement accompagné, en dessus et en dessous, de deux anneaux plus minces et d'un plus petit diamètre, et les anneaux de cette dernière série sont séparés entre eux par des anneaux d'une troisième série, d'un diamètre intermédiaire. Ces différences dans la grandeur des anneaux qui se superposent ainsi, avaient pour but d'accroître la flexibilité de cette portion de la colonne qui, plus voisine du sommet, exigeait une flexion plus grande.

La cavité interne de la colonne est constituée par une série de doubles cônes creux, de la même manière que la série des cavités intervertébrales de la colonne dorsale d'un poisson; et cette disposition a, de même encore que dans les poissons, pour but de rendre plus facile la flexion de la colonne : probablement aussi ce conduit constituait un réservoir destiné à contenir les fluides nutritifs de ces animaux.

Les diverses espèces de pierres en vis (*screwstone*) si fréquentes dans le silex corné (*chert*) du comté de Derby, et généralement dans le calcaire de transition, sont des masses qui se sont moulées dans

Ces variations, dans les formes et dans la disposition des pièces d'une espèce particulière d'encrinite, peuvent être prises pour exemples des arrangements analogues que présente la colonne dans d'autres espèces de la famille des crinoïdiens.

Le nom d'entroque (*entrochi*), ou *pierres en roues*, a été donné avec justesse à ces articles isolés. Le trou dont leur centre est percé rend facile de les réunir en chapelets; aussi s'en servait-on à une époque déjà reculée comme d'un rosaire, et, dans le nord de l'Angleterre, ils conservent encore le nom de chapelet de saint Cuthbert. *Sur un rocher près de Lindisfarn, saint Cuthbert est assis, et il travaille ces grains de mer qui portent son nom.* (Marmion.) Chacune de ces entroques offre une semblable série d'articulations différentes entre elles, suivant qu'on les prend à des hauteurs différentes du corps, et qui s'adaptent les unes aux autres, de façon à réunir tout ce qu'il fallait à l'animal de force et de flexibilité. D'une extrémité à l'autre de la colonne vertébrale, aussi bien que dans toute la longueur des mains et des doigts, la surface de chaque osselet dans son articulation avec la surface adjacente montre une régularité et une délicatesse d'ajustement parfaites. Telle est la précision, telle est la perfection admirable des arrangements qui s'observent jusque dans l'extrémité des tentacules les plus déliés, qu'il ne serait pas plus absurde de supposer que ce sont les métaux eux-mêmes qui ont calculé le nombre et la forme des dents que devait avoir chacune des roues d'un chronomètre, que ce sont ces roues qui ont pris d'elles-mêmes la place précise qu'elles devaient avoir dans l'ensemble pour l'effet qui résulte de leur action combinée, qu'il ne le serait de croire que ces centaines et ces milliers d'osselets dont se compose une encrinite ont pris d'eux-mêmes ces dispositions calculées pour l'effet d'ensemble de leurs mécanismes, dispositions dans lesquelles chaque osselet a son rôle à part, dans une subordination harmonieuse avec le tout, et où le tout produit des résultats que n'eût produits peut-être aucune des séries en particulier livrée à son action isolée.

Les diverses parties qui entrent dans la composition de cette encrinite sont indiquées dans la note ci-jointe (321).

L'analyse que nous donnons, dans la note précédente, des diverses parties qui constituent le corps de l'encrinite moniliforme, fait voir que cet animal peut se décomposer en quatre séries de plaques dont chacune est formée de cinq pièces et offre une analogie éloignée avec les pièces du squelette des animaux supérieurs dont on leur a donné le nom. Dans toute la famille des crinoïdiens on retrouve ce même système de pièces, variant quant au nombre, mais occupant la même place dans l'intervalle qui sépare la colonne et les bras de l'animal. Les détails de toutes ces variations spécifiques ont été admirablement exposés par M. Miller, et je renverrai à son excellent ouvrage tous ceux qui seraient désireux de le suivre dans l'analyse si hautement philosophique qu'il a faite de la structure des animaux de cette famille curieuse (322).

Ces détails sur l'organisation des encrinites, que j'ai empruntés aux auteurs les plus estimés, prouvent que l'on pourrait étendre presque à l'infini de semblables observations, si l'on voulait étudier jusque dans les moindres détails chacune des nombreuses espèces de cette famille. Nous pouvons apprécier quelle fut leur importance numérique parmi les premiers habitants du globe, par les myriades sans nombre de leurs débris pétrifiés qui remplissent de si nombreux lits de calcaire des formations de transition, et qui constituent de vastes cou-

les cavités internes des colonnes d'autres espèces d'encrinites, qui ont ordinairement leurs cônes plus comprimées que l'encrinite moniliforme.

(321) Au sommet de la colonne vertébrale sont placées des séries successives d'osselets que leur position et leurs usages ont fait désigner sous les noms de bassin, de pièces scapulaires, de pièces costales, et qui forment, avec les plaques *pectorales et capitales*, une sorte de corps sub-globuleux s'ouvrant par une bouche, à son centre, et contenant à son intérieur les viscères et l'estomac, d'où partent les fluides nourriciers qui remplissent la cavité alimentaire de l'intérieur de la colonne, et se distribuent dans les bras et dans les doigts tentaculi-formes. Les pièces scapulaires donnent naissance à cinq bras, lesquels, à mesure qu'ils s'éloignent de leur insertion, se divisent eux-mêmes en mains et en doigts subdivisés eux-mêmes en des tentacules déliés, dont le nombre s'élève jusqu'à plusieurs milliers; les mains et les doigts sont représentés fermés, ou à peu près fermés. Dans la restauration que nous devons à M. Miller de l'encrinite-poire, ces organes sont représentés ouverts comme ils le sont quand l'animal est à la recherche de sa nourriture. Ces doigts tentaculiforme ainsi épanouis constituent un filet d'une grande délicatesse, et merveilleusement propre à saisir des acalèphes ou de petits mollusques flottants dans la mer, qui faisaient probablement partie de la nourriture des crinoïdes. Au centre de ces bras était placée la bouche, laquelle pouvait s'allonger en une trompe.

(322) On voit figurer dans une planche de l'ouvrage de M. Buckland la restauration faite par M. Miller de deux autres genres. La figure 1 représente l'*apiocrinites rotundus*, ou écrinite-poire, avec ses racines ou la base par où elle se fixe, et les bras épanouis. La figure 2 représente la même espèce avec les bras contractés. On voit fixés sur la base, ou racine de ces deux grands individus, deux autres individus jeunes, et les troncs brisés de deux autres également jeunes; c'est ainsi que ces racines se trouvent fixées à la face supérieure de la grande roche calcaire de Bradford, près de Bath. Durant la vie de ces beaux zoophytes, leurs racines étaient confluentes, et recouvraient le fond de la mer, dans cette localité, d'un pavé mince, au-dessus duquel leurs tiges et leurs branches étalées constituaient une forêt sous-marine d'une grande beauté. On rencontre quelquefois la tige et le corps réunis, comme ils l'étaient pendant la vie; les bras et les doigts sont au contraire presque toujours séparés; mais on en retrouve les fragments dispersés sur l'espece de pavé formé par les racines à la surface de la roche oolitique sous-jacente.

La couche formée par ces débris si beaux a été recouverte par une épaisse couche d'argile.

ches de marbre à entroques, occupant des contrées étendues de l'Europe septentrionale et du nord de l'Amérique. La substance de ce marbre se compose souvent presque en entier d'osselets pétrifiés d'encrinites, comme un tas de blé se compose d'épis. Les hommes s'en servent pour construire leurs palais et pour décorer leurs tombeaux ; mais combien peu soupçonnent, combien peu surtout apprécient à sa juste valeur ce fait surprenant qu'une grande partie de la substance de ce marbre est formée par les squelettes de millions d'êtres organisés qui, à une certaine époque, ont eu toutes les jouissances de la vie compatibles avec leurs conditions d'existence, et qui, après avoir rempli l'emploi qui leur était assigné pour un temps dans l'économie générale de la nature vivante, ont contribué de leurs débris à grossir les masses montagneuses de la surface du globe (323).

Sur les espèces de crinoïdiens au nombre de plus de trente, qui se sont si énormément développées pendant la période de transition, presque toutes se sont éteintes avant le dépôt du lias, et il n'y en a qu'une seule qui offre la colonne anguleuse des pentacrinites. A cette seule exception près, les crinoïdiens à colonne pentagonale commencent seulement d'abonder au commencement du lias, et elles ont continué d'exister sans interruption, depuis lors jusqu'au moment actuel. Leurs diverses espèces, et même leurs genres, sont également limités quant à leur étendue. Ainsi la grande encrinite-lys (*E. moniliformis*) appartient au muschel-kalk, et l'apiocrinite aux étages moyens de la formation oolitique.

L'histoire physiologique de la famille des encrinites est d'une haute importance. Cette famille était représentée par de nombreuses espèces parmi les ordres les plus anciens de la création ; et leur organisation à ces époques reculées se montre élevée à un degré de perfection tout aussi haut, s'il ne l'est davantage, que celle des pentacrinites, qui font partie avec nous de la création actuelle. Et, bien que la place qu'occupent ces êtres à titre de zoophytes soit l'une des dernières de la série animale, ils n'en sont pas moins organisés dans une harmonie parfaite avec cette condition inférieure, et cette perfection n'en est pas dans une opposition moins formelle avec la doctrine qui veut que la vie chez les animaux ait progressé depuis ses rudiments les plus simples jusqu'aux formes les plus élevées, que nous lui voyons dans les espèces actuellement existantes, en passant par un développement continu de formes intermédiaires s'avançant de plus en plus vers la perfection. Ainsi toutes les fois que l'on comparera l'une des formes les plus anciennes du genre pentacrinite, la pentacrinite briarée du lias, avec les espèces fossiles de formations plus récentes, ou avec la pentacrinite tête de Méduse, qui vit actuellement dans la mer des Antilles, on verra ressortir dans l'organisation de cette espèce si ancienne un degré de perfection tout aussi grand, et un fini de combinaisons plus admirable encore dans les organes analogues, que l'on n'en observe chez aucune des espèces qui la représentent, soit parmi les fossiles d'une date plus récente, soit parmi les espèces qui vivent encore.

ENDOTHÈQUES. — *Voy.* POLYPIERS.

ÉPOQUES GÉNÉSIAQUES. — *Voy.* JOURS-PÉRIODES.

ÉQUISÉTACÉES. — Les équisétacées sont des plantes dont nous trouvons actuellement un exemple bien connu dans les prêles, ou *queues de cheval*, qui croissent sur le bord des fossés et des marais. C'est une famille qui s'étend depuis la Laponie jusqu'à la zone torride. Les espèces en sont nombreuses dans la zone tempérée ; elles décroissent en nombre et en hauteur à mesure qu'elles se rapprochent des régions froides, tandis qu'elles atteignent leur développement le plus complet dans les régions chaudes et humides des tropiques, où leurs espèces ne sont que peu nombreuses.

M. Ad. Brongniart (324) partage les équisétacées fossiles en deux genres : l'un, qui a tous les caractères des équisétacées actuelles, ne se rencontre que rarement à l'état fossile ; l'autre est au contraire fort abondant : il diffère considérablement du précédent, quant à ses formes, et il atteint souvent une taille inconnue dans les équisétacées modernes ; c'est le genre *calamites* (325), genre répandu partout en abondance dans la formation houillère la plus ancienne, mais qui ne se rencontre plus que rarement dans les âges inférieurs de la série secondaire, et qui manque totalement dans les formations tertiaires aussi bien qu'à la surface actuelle du globe.

Le même accroissement dans les dimensions, qui se manifeste dans les équisétacées modernes à mesure qu'elles se rapprochent de l'équateur, se montre donc dans les espèces fossiles à mesure qu'elles se rencontrent dans des couches d'une antiquité plus reculée, sans que l'on y observe aucune relation avec les latitudes auxquelles appartiennent ces formations. M. Ad. Brongniart (*Prodrome*, p. 167) énumère douze espèces

(323) On rencontre aussi des fragments d'encrinites disposés irrégulièrement dans tous les dépôts de la période de transition, mêlés à des débris d'autres animaux marins contemporains.

(324) *Histoire des végétaux fossiles*, 12e livraison.

(325) Les calamites sont caractérisées par des tiges cylindriques grosses et simples, articulées de distance en distance ; mais dans lesquelles *la gaine manque*, ou présente des formes inconnues chez les équisétacées actuelles; parfois on voit, tout autour de leurs articulations, des traces de rameaux verticillés. Les feuilles ne sont point articulées ; mais le principal caractère qui les distingue des équisétacées, c'est leur hauteur et leur diamètre ; cette dernière dimension excède quelquefois six et sept pouces, tandis que dans les équisétacées modernes, elle dépasse rarement un demi-pouce. Le muséum de Leeds s'est enrichi tout dernièrement d'une calamite de quatorze pouces de diamètre.

de calamites et deux espèces d'équisétacées, dans la liste qu'il donne des plantes du groupe carbonifère.

ESPÈCES FOSSILES, CRÉATION, EXTINCTION ET RENOUVELLEMENT DES FAUNES. — Les considérations stratigraphiques les plus rigoureuses, basées sur l'étude comparative de toutes les couches stratifiées du globe, amènent à conclure qu'il y a eu, depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, vingt-sept âges successifs, renfermant, chacun, une faune particulière spéciale. On trouve, en effet, partagées entre ces vingt-sept étages successifs, plus de 18,000 espèces, appartenant aux animaux mollusques et rayonnés, dont le tableau suivant montre les chiffres comparatifs par étages.

AGES GÉOLOGIQUES. TERRAINS.	ÉTAGES.	NOMBRE DES ESPÈCES par étages.	par terrains.
Tertiaires.	27. Subapennin.	606	6,042
	22. Falunien. supér. ou Falunien.	2,754	
	22. Falunien. infér. ou Tongrien.	428	
	25. Parisien,	1,576	
	24. Suessonien.	678	
Crétacés.	33 Danien	66	4,291
	22. Sénonien.	1,579	
	21. Turonien	580	
	20. Cénomanien.	849	
	19. Albien.	410	
	18. Aptien.	156	
	17. Néocomien.	851	
Jurassiques.	16. Portlandien.	60	3,846
	15. Kimméridgien.	199	
	14. Corallien.	655	
	13. Oxfordien.	739	
	12. Callovien.	281	
	11. Bathonien	546	
	10. Bajocien.	603	
	9. Toarcien.	288	
	8. Liasien.	301	
	7. Sinémurien.	174	
Triasiques.	6. Salifèrien.	792	927
	5. Conchylien.	135	
Paléozoïques.	4. Permien.	91	3,180
	3. Carbonifèrien.	1,047	
	2. Devonien.	1,198	
	1. Silurien. supérieur.	418	
	1. Silurien. inférieur.	426	
	Totaux. .	18,286	18,286

Si, à ce nombre de 18,286 espèces, nous ajoutons les animaux vertébrés et annelés, qui n'y sont pas compris, on aura le total d'environ 24,000 espèces, dont la répartition dans les âges du monde nous est parfaitement connue. Les 24,000 espèces sont donc 24,000 faits qui constatent la succession, dans un ordre chronologique constant, sur toutes les parties du monde, de faunes distinctes par étages, et qui se sont remplacées les unes les autres, depuis la première animalisation du globe jusqu'à présent. Il reste maintenant à chercher dans les connaissances actuelles sur l'état ancien et présent des conditions d'existence, de la température et des perturbations géologiques, les causes qui ont pu amener ces changements. Les faits constatés sont l'extinction et la création des faunes. Traitons ces deux questions séparément.

De la création de la première faune du monde, et du renouvellement des autres. — Si nos recherches nous amènent, par des faits, à expliquer l'extinction des faunes, comme on le verra plus loin, rien ne peut nous dévoiler le mystère qui se rattache aux créations successives de la première jusqu'à la dernière époque du monde animé. Nous voyons, en effet, apparaître simultanément sur tous les points du globe à la fois une multitude d'êtres différents, appartenant à tous les grands types d'animaux, sans que rien les annonce sur la terre, sans que rien les sépare des époques inanimées antérieures. Comment s'est formée cette multitude d'êtres qui couvre, pour la première fois, la surface du globe terrestre? Quelle est la force créatrice qui a eu cette toute-puissance si extraordinaire. Ici nous devons confesser l'impossibilité complète dans laquelle nous nous trouvons de répondre à aucune de ces hautes questions. Il est des limites que l'esprit humain ne peut franchir, des circonstances où l'homme doit s'arrêter et se borner à admettre les faits qu'il ne peut expliquer. Une première création s'est montrée avec l'étage silurien. Après l'anéantissement de celle-ci, par une cause géologique quelconque, après un laps de temps considérable, une seconde création a eu lieu dans l'étage devonien; et, successivement vingt-sept fois des créations distinctes sont venues repeupler toute la terre de ses plantes et de ses animaux, à la suite de chaque perturbation géologique, qui avait tout détruit dans la nature vivante. Tel est le fait certain, mais incompréhensible, que nous nous bornons à constater, sans chercher à percer le mystère surhumain qui l'environne.

De l'extinction des faunes successives à la surface du globe. — Quand, sur les lieux, dans les étages qui se sont succédé régulièrement, on cherche le mode de distribution de ces faunes successives, on trouve toujours (à peu d'exceptions près) que dans les dernières couches de l'étage inférieur s'arrête la faune de cet étage; que là elle s'est entièrement anéantie: car les premières couches fossilifères de l'étage qui le recouvre renferment, de suite, des êtres très-différents des premiers, et constituant une faune distincte de la faune de l'autre étage. Il résulte de ces faits, que tout le monde peut constater dans la nature et à toutes les époques géologiques, que chacun des étages qui se sont succédé dans les âges du monde renferme sa faune spéciale, bien tranchée, distincte des faunes inférieures et supérieures, et que ces faunes ne se sont pas succédé par passage de forme, ou par remplacement graduel, mais bien par anéantissement brusque. Comme, en effet, on ne rencontre, nulle part, de transition d'une forme spécifique à une autre, au contact de deux âges successifs; que les êtres se sont succédé à la surface du globe, non par modification de formes animales, par passage, mais bien par extinction des espèces existantes, et par le

renouvellement des espèces à chaque espèce géologique, l'extinction des espèces d'une faune à chaque étage est évidemment un fait général que confirme, sur tous les points du globe, l'inspection des limites des étages, et qui, en aucune manière, ne peut être révoqué en doute. Cherchons maintenant à l'expliquer.

A l'article PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE GÉNÉRALE ET COMPARÉE, nous montrerons qu'aucune modification profonde dans les conditions d'existence des êtres ne s'étant manifestée, les conditions d'existence n'ont pu influer sur leur anéantissement aux époques géologiques. Aux déductions climatologiques comparées, dans le même article, nous prouverons par le fait de la présence, depuis le commencement du monde jusqu'au dernier étage tertiaire, de la succession régulière uniforme, sur toutes les régions de la terre, de faunes toujours propres aux régions chaudes, qu'il est impossible d'attribuer à l'action de la température aucun des nombreux changements sucessifs des faunes qui se sont manifestées à chaque étage du monde animé. Il ne reste donc plus, pour expliquer le fait de l'anéantissement de toutes les faunes qui, vingt-sept fois, se sont succédé à la surface du globe, que l'effet des PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES (*Voyez ce mot*) sur les faunes terrestres et marines. Nous verrons, à l'article que nous venons d'indiquer, que chaque fois qu'il y a eu, dans les âges du monde, une dislocation du sol, capable d'amener un grand déplacement dans les mers, la faune existante a été anéantie par le mouvement prolongé des eaux sur les points disloqués, et même sur ceux qui ne le sont pas ; que la séparation par faunes distinctes, successives, qu'on trouve dans chaque terrain, dans chaque étage géologique, n'est, dès lors, que la conséquence visible des dislocations de diverses valeurs qu'a dû subir, dans toutes ses parties, la croûte consolidée de l'écorce terrestre.

Ajoutons ici d'avance, à ces résultats, quelques confirmations. Tout le monde peut concevoir le fait de l'anéantissement d'une faune, sur le point même d'une dislocation géologique; mais comme il pourrait se trouver des personnes qui, malgré toutes les preuves que nous apporterons aux causes géologiques (*Voy.* PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES), conservassent encore quelques doutes à l'égard des effets généraux des eaux sur les points qui n'ont point souffert de dislocation, où les étages sont encore en stratification presque concordante, nous allons ajouter ici par anticipation quelques considérations nouvelles aux preuves que nous développerons aux articles indiqués ci-dessus. Sur tous les points où il y a discordance, nous trouvons les limites tranchées entre les étages géologiques superposés, et les faunes qu'ils renferment. Sur tous les points où la concordance existe, où les étages se sont succédé régulièrement, dans leur ordre naturel chronologique ; dans tous les terrains jurassiques des côtes du Calvados, des Deux-Sèvres et de la Charente-Inférieure ; dans les étages jurassiques et crétacés des Alpes ; dans les étages triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires, superposés sans lacune et sans grandes discordances, des Vosges jusqu'en Touraine, ou dans 22 étages sur 27, que trouvons-nous ? Nous remarquons que, sur les points disloqués, les étages sont aussi bien marqués, et qu'ils renferment, comme les étages discordants, des faunes spéciales distinctes, s'arrêtant aux mêmes limites. Du reste, quand nous voyons que depuis notre époque, aucune espèce n'a disparu de la faune actuelle, on ne pourrait expliquer les faunes successives des étages concordants des régions non disloquées sans des effets généraux produits par une dislocation partielle d'un point quelconque. Il est donc évident que l'effet prévu aux causes géologiques s'est réalisé sur tous les points, puisque les bassins géologiques, restés pour ainsi dire intacts, sans dislocation apparente, pendant la plus grande partie des âges du monde, n'en renferment pas moins de faunes aussi distinctes que les points disloqués. Ce fait resterait donc définitivement acquis à la science, que les faunes terrestres et marines ont été anéanties à chaque époque géologique ; que dès lors chaque changement chronologique de faune, dans les étages, dénote une perturbation géologique universelle ; et que ces faunes successives, composées d'espèces, sont les caractères les plus constants qu'on puisse invoquer pour distinguer les divers âges géologiques des couches stratifiées depuis le commencement de l'animalisation sur le globe terrestre.

Des exceptions aux limites des faunes géologiques. — Nous venons d'indiquer le résultat général des limites des faunes ; il nous reste à expliquer les rares exceptions, c'est-à-dire, les circonstances dans lesquelles les espèces d'une faune ont pu être transportées dans une faune postérieure. Ce qui nous étonne dans les limites des faunes géologiques successives, ce n'est pas la présence de quelques espèces, passant d'un étage à un autre, mais, au contraire, qu'on ne trouve pas un plus grand nombre de ces espèces communes à deux ou plusieurs étages à la fois. Lorsqu'il y a concordance, que la séparation des faunes de deux étages qui se succèdent ne peut être expliquée que par un mouvement des eaux assez long pour anéantir les animaux, on a lieu effectivement de s'étonner qu'un grand nombre d'êtres n'aient pu résister à ce mouvement, soit à l'état parfait, soit à l'état d'œuf, ou qu'un grand nombre de leurs dépouilles mortes n'aient pu se mélanger, dans les dernières couches d'un étage passé, avec les premières couches de la faune qui lui a succédé. Quand on considère que les terrains jurassiques et crétacés, que nous avons étudiés plus scrupuleusement, ne nous donnent pas en réalité 1 pour 100 d'espèces, qui, vivantes ou mortes, se trouvent aujourd'hui mélangées dans deux étages successifs, et cela sur des points où il y a, le plus sou-

vent, concordance de stratification, on est forcé d'en conclure, comme tous les résultats géologiques le dénotent, que le mouvement des eaux a été très-prolongé, et qu'un laps de temps considérable a existé entre la fin d'un étage et l'instant où une nouvelle faune s'est montrée sur la terre, pour constituer l'animalisation de l'étage suivant.

Les animaux d'une faune propre à un étage ont pu passer, dans l'étage suivant, à l'état de vie, où leurs restes solides ont été mélangés après leur anéantissement. Nous croyons que les deux circonstances existent dans la nature. Quand nous voyons, par exemple, le *lima proboscidea* passer de l'état bajocien à l'étage callovien et franchir trois étages ; quand nous voyons, dans les terrains jurassiques, six espèces traverser les étages callovien, oxfordien et corallien, nous en concluons forcément que ces espèces ont survécu aux perturbations géologiques, et qu'elles ont passé certainement, à l'état de vie, d'un étage inférieur à celui qui lui a succédé. Il suffit néanmoins de comparer ces quelques faits isolés, très-rares, au grand nombre d'espèces cantonnées au contraire dans leurs étages, pour juger qu'ils ne détruisent en rien les conclusions générales. D'ailleurs ces espèces se trouvent seulement sur des points où les étages sont en concordance, et où tout fait supposer qu'elles devraient être beaucoup plus nombreuses.

Pour les restes solides des animaux qui ont pu être mélangés après leur anéantissement, ils sont un peu plus communs, sans sortir d'une faible exception ; et nous plaçons dans cette catégorie presque toutes les espèces qu'on rencontre seulement dans deux étages successifs. En laissant de côté les faits de remaniement à l'état fossile des espèces d'un étage dans un autre ; en ne prenant que les restes solides qui ont pu être mélangés à l'état frais, on voit deux modes de mélanges propres les uns aux corps flottants, les autres aux corps non flottants. Nous avons, aux causes actuelles, parlé des coquilles actuellement flottantes (*Voy.* Couches sédimentaires) ; nous avons démontré qu'elles existaient à tous les étages géologiques. Les coquilles des ammonites, des nautiles et des autres céphalopodes, flottaient certainement à la surface des mers, comme les nautiles, les spirules d'aujourd'hui. Ce fait peut expliquer comment des espèces de l'étage inférieur peuvent se trouver dans l'étage supérieur sans avoir vécu dans les deux. Supposons que des ammonites se soient déposées sur un littoral et qu'elles y soient couvertes de sédiments. De l'instant où elles se sont déposées jusqu'au moment où une autre faune a été créée, s'il s'est passé assez de temps pour que les loges aériennes se soient remplies de matières étrangères par des fractures, la coquille ne surnagera plus ; mais si, au contraire, l'altération de la coquille n'a pas été complète, elle flottera encore, et le moindre changement de niveau sur les côtes pourra remettre à flot des coquilles d'ammonites de l'étage précédent, qui pourront ensuite voguer sur les mers, poussées par les vents, se déposer simultanément sur les côtes avec celles de la faune existante ; et alors il y aura mélange des espèces de deux époques successives, sans que ces espèces aient vécu simultanément. Ce fait est si vrai, que nous possédons des *megasiphonia* fossiles des faluns de Dax, qui flottent encore après l'intervalle de deux étages ; et, ce qui est plus remarquable, un *ammonites cordatus* de l'étage oxfordien, qui, après *douze étages* de temps, flotte encore lorsqu'on le plonge dans l'eau. Ces faits prouveront jusqu'à l'évidence que les corps flottants communs à deux étages ne contredisent en rien la séparation des faunes par étage ; et cela est si vrai, que ces espèces communes sont des exceptions rares dans les étages, et qu'elles se montrent seulement en des lieux où ces mélanges peuvent facilement être expliqués.

Pour le mélange des corps non flottants, on peut encore l'expliquer par des causes analogues. Quand deux étages se sont succédé dans un bassin marin, sans discordance et sans dépôts intermédiaires, on concevra que des dépouilles mortes de coquilles d'un étage antérieur pourront se trouver dans les sédiments sur des points où vivent ensuite les espèces de l'étage suivant ; et qu'il y aura alors mélange, sur ces points, des espèces des deux faunes successives, sans que les espèces aient vécu en même temps. On voit encore que ces faibles exceptions ne changent en rien les conclusions précédentes, relatives aux limites générales des faunes propres à ces étages.

En résumé, on voit : que le nombre des espèces communes à deux étages est une rare exception, qui n'existe que pour quelques étages séparés sans doute par des perturbations géologiques de moindre valeur que ceux où aucune espèce commune ne s'est montrée jusqu'à présent ; que même dans les étages où ces espèces communes existent, leur présence s'explique par la concordance de stratification des étages, ou lorsque ceux-ci ne sont pas séparés par des couches intermédiaires soit terrestres, soit marines sans fossiles. Il ne faut donc pas prendre ces espèces communes pour des faits de passage, mais on doit les regarder comme des mélanges, comme des exceptions dont on peut facilement se rendre compte. Il convient même de se prémunir contre les idées fausses qu'on pourrait prendre sur des points exceptionnels, en les confondant avec l'état normal. Quand on trouve des mélanges nombreux, dans les étages falunien et subapennin du Piémont, par exemple, où les étages sont concordants et sans couches intermédiaires, il faut bien se garder de rien en conclure ; car ces mélanges tiennent évidemment aux causes que nous avons indiquées précédemment.

Si, du reste, on veut en avoir la preuve, on la trouvera dans l'étude comparative de ces mêmes étages bien circonscrits, sur d'autres points, tels que la Touraine, Bordeaux, Dax, pour l'étage falunien, et Perpi-

gnan, pour l étage subapennin, où l'on ne rencontre aucun mélange, aucune espèce commune entre ces deux étages. Ce fait de mélange que nous citons, dans le Piémont, pour les étages falunien et subapennin, est applicable aux limites des étages suessonien et parisien, à Cuise-la-Motte, dans le bassin parisien. Ainsi, lorsqu'il y a mélange sur un point, il faut recourir aux étages bien circonscrits pour les expliquer, et pour ne pas confondre des exceptions locales avec les limites réelles des faunes caractéristiques des étages géologiques.

Définition d'un étage géologique par rapport aux espèces. — Après tout ce que nous avons dit de la séparation des faunes spéciales, nous devons faire connaître ce que nous entendons par un étage : un étage, pour nous, est une époque en tout identique à l'époque actuelle. C'est un état de repos de la nature passée, pendant lequel il existait, comme dans la nature actuelle, des continents et des mers, des plantes et des animaux terrestres, des plantes et des animaux marins; et, dans les mers, des animaux pélagiens et des animaux côtiers à toutes les zones de profondeur. Pour qu'un étage soit complet, il doit montrer un ensemble d'êtres terrestres ou marins, qui puisse représenter une époque tout entière, analogue au développement que nous voyons actuellement sur la terre. Lorsqu'on ne connaît que quelques parties de cet ensemble qui devrait exister à la fois, c'est que les autres ont été anéanties lors des perturbations géologiques, ou qu'elles nous sont encore inconnues. Ainsi donc, nous ne pourrions admettre, comme étage, des couches même discordantes, quelle que soit leur puissance, si elles ne contiennent pas leurs faunes caractéristiques. Nous regardons, par ce motif, comme tout à fait fausse l'idée que chaque étage doit avoir peu d'espèces spéciales; car il est évident que, si chaque étage est une époque semblable à l'époque actuelle, il doit renfermer une faune proportionnée; et que, si nous n'y connaissons que peu d'espèces, c'est que la trace de la plus grande partie des espèces de la faune qu'il renfermait a été entièrement anéantie ou nous est inconnue. Nous pensons encore que le nombre aujourd'hui découvert des espèces propres à chaque étage doit considérablement augmenter par les recherches qui nous restent à faire pour connaître les divers âges du monde sur tous les points du globe; et nous ne serions pas étonné si ce nombre, par la suite, devait se tripler.

Il est, relativement aux limites de l'étage, un écueil qu'il faut soigneusement éviter : c'est celui d'attacher trop d'importance à la distribution locale des fossiles par couches, avant de s'être assuré si les détails sont les mêmes sur tous les points du monde. Le plus souvent, en effet, quand, dans un bassin géologique, on trouve que telles couches renferment telles séries d'espèces, on est naturellement porté à regarder cette disposition comme un fait important de stratigraphie, comme une époque spéciale, distincte, quand ce n'est, le plus souvent, qu'une disposition purement locale, qui ne permet sa généralisation nulle part, et qui tient seulement aux compositions des sédiments ou aux oscillations locales du sol.

Espèces caractéristiques en géologie. — Quand la science était encore dans son enfance, on a pensé qu'il n'existait, pour chaque époque géologique, que quelques espèces caractéristiques. C'est une erreur que fait disparaître l'étude comparative de tous les faits répartis à la surface du globe; car il est certain, au contraire, qu'à très-peu d'exceptions près, pour les espèces communes, les 24,000 espèces connues à l'état fossile sont toutes caractéristiques. Dans chaque étage, en effet, les unes sont caractéristiques des dépôts terrestres, les autres des dépôts marins; dans ces derniers dépôts, des espèces flottantes caractérisent les sédiments côtiers, au niveau des hautes mers; d'autres appartiennent à des zones déposées peu au-dessous du balancement des mers, tandis que des séries tout entières dépendent des zones profondes des océans. On voit, dès lors, qu'il n'y a pas d'espèces caractéristiques d'un étage; mais que toutes les espèces, suivant la nature des dépôts, ou suivant les lieux, peuvent être considérées comme telles. Nous insistons d'autant plus sur ce résultat, que les mêmes étages, pris sous la zone torride ou près des pôles, nous montrent, aux déductions climatologiques, que des espèces identiques étaient, à chacune de ces époques, répandues sur le globe à des distances énormes, ce qui les rend encore plus importantes (326).

ESPECES CARACTERISTIQUES EN GÉOLOGIE. *Voy.* ESPÈCES FOSSILES.

ETAGE GEOLOGIQUE, *qu'est-ce par rapport aux espèces fossiles.* — *Voy.* ESPÈCES FOSSILES.

ETAT DES COUCHES GÉOLOGIQUES. *Voy.* SÉDIMENTS ANCIENS *comparés aux sédiments actuels.*

ETERNITÉ, NON-ETERNITÉ DU GLOBE démontrée. *Voy.* l'*Introduction.*

ETOILES, *leur origine. Voy.* GODEFROY, MÉRAY.

EXTINCTION ET REPRODUCTION DES GENRES ET DES ESPÈCES. *Voy.* GÉOLOGIE et ESPÈCES FOSSILES.

(326) Les idées théoriques de cet article sont empruntées à M. A. d'Orbigny, dont la science égale la profondeur de vues.

F

FAILLE. *Voy.* PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES.

FALLOPIO. *Voy.* GÉOLOGIE et JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN.)

FALUNIEN (ÉTAGE). — Le troisième des terrains tertiaires et le vingt-sixième de la série totale des formations stratifiées. Cet étage se divise en deux sous-étages, l'inférieur ou *tongrien*, et le supérieur ou *falunien proprement dit*.

Le sous-étage *tongrien* tire son nom de la ville de Tongres, en Belgique, qui est le point étalon pour cette contrée, de même que les environs d'Étampes le sont pour la France. L'étage tongrien est une partie des *terrains tertiaires moyens* (miocènes), le *grès de Fontainebleau*, *mollasses*, *travertin supérieur et meulières* de Ch. d'Orbigny, etc.

I. ÉTAGE TONGRIEN

Nous considérons comme des dépendances de cet étage, dans le bassin anglo-parisien, toutes les couches séparées depuis longtemps, par MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, sous le nom de grès inférieurs et supérieurs de Fontainebleau; les sables et les grès supérieurs de M. Graves, c'est-à-dire depuis les marnes marines vertes contenant les *ostrea cyathula*, *longirostris*, etc., jusques et y compris les calcaires lacustres supérieurs d'Etampes. Dans le bassin pyrénéen, les dépôts de l'*ostrea longirostris*, du *calcaire à astéries* de M. Delbos, ainsi que les *faluns bleus inférieurs* de Gaas et de Lesperon, de M. Grateloup. Dans le bassin méditerranéen, les calcaires lacustres des environs d'Aix. En Belgique, les marnes argileuses de Boom, les argiles sableuses de Tongres et de Kleyn-Spauwen, dans le Limbourg, ou les étages tongrien, rupélien et boldérien de M. Dumont; les sables coquilliers d'Alzey, en Westphalie, et quelques autres points. Ce n'est point, comme on l'a cru, l'équivalent des argiles de Londres, mais bien un étage supérieur à cette époque.

Dans la partie française, on remarque d'abord un fait : c'est que, jusqu'au nord de la Seine, on ne retrouve plus que des lambeaux disséminés sur l'étage parisien, et témoignant seuls qu'un grand tout homogène, dont il ne reste que des jalons isolés, s'étendait néanmoins à une grande distance au nord. C'est seulement au sud du cours de la Seine que l'étage, alors en parties continues, recouvre partout l'étage parisien, comme à Viroflay, à Sèvres. Nous voyons les couches marines, les argiles à huîtres et les sables marins supérieurs se montrer en lambeaux, d'après M. Graves, dans l'Oise, au mont Pagnotte, à Saint-Christophe-en-Halatte, à Montméliant, à Neuville-Bosc, à Monjavoult; on les voit dans le département de Seine-et-Oise, à Ecouen, à Montmorency, à Argenteuil, au mont Valérien, etc. Jusqu'à présent, cette époque n'a pas été reconnue en Angleterre; et c'est, avec l'étage danien, la seule lacune qui existe des âges géologiques les plus anciens jusqu'à l'époque actuelle.

Tous les géologues sont d'accord sur la position de cet étage dans le bassin anglo-parisien. Les premières couches à huîtres reposent en couches concordantes sur les derniers dépôts gypseux de l'étage parisien, comme on peut le voir à Montmartre, à Pierrefitte, à Montmorency, à Ecouen, etc., et tout autour de Paris. Dans le bassin pyrénéen, et principalement autour de Blaye (Gironde), ainsi que l'ont observé MM. Delbos et Baulin : les premières couches de cet étage, contenant des huîtres, reposent sur les calcaires à orbitolites et les couches lacustres analogues aux couches terrestres de l'étage parisien des environs de Paris. La même superposition existe en Belgique, d'après tous les beaux travaux de MM. d'Omalius, d'Halloy et Dumont; aussi, nul doute que cet étage tongrien, tel que nous le considérons, n'ait succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage parisien, qu'il recouvre sur tous les points.

Quant aux caractères stratigraphiques distinctifs de cet étage, ils sont aussi nombreux. En parlant des limites supérieures de l'étage parisien, nous avons donné les limites inférieures de celui-ci. Ces limites étant, du reste, admises par presque tous les géologues français, nous croyons ne pas devoir insister davantage.

Pour les limites supérieures, elles sont données par des discordances réelles et par de nombreuses discordances d'isolement. Pour discordances réelles, nous citerons le relief du *Système de l'île de Wight*, du *Tatra*, du *Rilo-Dagh* et de l'*Hæmus*, de M. Elie de Beaumont, qui paraît séparer l'étage des faluns proprement dits. Pour discordance réelle d'isolement, nous avons le manque de l'étage tongrien sous l'étage falunien d'une infinité de points du globe, dans le bassin anglo-parisien, dans la Manche, où l'étage falunien repose sur les terrains triasiques, avec une lacune de 19 étages. Dans le bassin ligérien, on voit les lambeaux faluniens reposer directement sur les terrains plutoniques ou azoïques, avec 25 étages de lacunes, comme dans les départements de la Loire-Inférieure, de la Vendée et d'Ille-et-Vilaine; sur les terrains paléozoïques, à Gahard, avec 22 étages de lacunes; sur l'étage turonien des terrains crétacés, à Tourtenay, autour de Doué, avec une lacune de 4 étages; sur l'étage sénonien, à Sablançai, à Manthelan, et sur beaucoup d'autres points du département d'Indre-et-Loire, avec une lacune de

3 étages. Dans le bassin pyrénéen, on a reconnu l'étage falunien sur l'étage kimméridgien à l'île d'Oléron, avec une lacune de 10 étages. A Carry (Bouches-du-Rhône), le dépôt falunien repose, en discordance complète, sur l'étage néocomien, avec 8 étages de lacunes ; sur les terrains crétacés, à Sourribes (Basses-Alpes), et sur les terrains jurassiques, à Châteauredon. Nous pourrions encore multiplier à l'infini les lieux où l'isolement de l'étage falunien, sans l'étage tongrien, qui devrait être partout inférieur, s'il avait dépendu de la même époque, se trouve le mieux constaté. Nous dirons seulement que nous regardons encore comme fait de discordance, la présence des parties d'eau douce corrodées et perforées par les pholades de l'étage falunien, comme MM. de Vibraye et Coquand l'ont constaté, d'un côté, dans le bassin ligérien, à Pontlevoy, et de l'autre, dans le bassin méditerranéen, autour d'Aix. C'est la preuve que les dépôts d'eau douce étaient déjà consolidés et à l'état de roches, lorsque les mers ont recouvert ces dépôts terrestres, et lorsque les pholades les ont perforés, ce qui suppose un laps de temps considérable entre les deux et une véritable discordance d'érosion.

On ne peut donc pas, après des faits si nombreux, se dispenser de reconnaître l'entière indépendance stratigraphique de cet étage, qui, comme pour toutes les époques précédentes, se trouve parfaitement coïncider avec les limites paléontologiques, comme on le verra plus loin.

La plus grande épaisseur connue se remarque auprès de Bordeaux, où M. Delbos l'évalue à 100 mètres.

Nous trouvons, dans cette époque, divers genres de dépôts qui nous font reconnaître des parties marines et des parties terrestres.

Lorsque nous voyons la composition de toutes les couches marines du bassin anglo-parisien, où se remarquent de nombreuses huîtres ou des coquilles de bivalves et de gastéropodes dans les lits horizontaux de sable, on ne peut s'empêcher d'y retrouver un dépôt fait à peu de profondeur dans la mer, mais certainement au-dessous du balancement des marées. Les lits horizontaux des fossiles, et surtout les coquilles lamellibranches, encore dans leur position normale d'existence, comme à Jeurre, nous donnent la certitude qu'aucun mouvement des eaux semblable à celui que produisent les marées n'est venu déranger ce dépôt, depuis qu'existaient les coquilles encore en place. Les dépôts à huîtres des environs de Blaye, les faluns bleus des environs de Dax, ainsi que tous les dépôts marins de la Belgique, semblent être dans le même cas.

L'abondance des parties d'astéries et le peu de lamellibranches et de gastéropodes, que renferment les calcaires à astéries du bassin pyrénéen, nous font croire qu'ils ont dû se former dans des régions bien plus profondes des mers de cette époque.

La composition zoologique des couches terrestres qui recouvrent les couches marines dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen, ainsi que les dépôts analogues du bassin méditerranéen, donnent la certitude que, dans ces trois bassins, il a existé des parties continentales. Ces dépôts lacustres ont remplacé et recouvert les dépôts marins, sur tous les points, dans le bassin anglo-parisien, sur les régions sud du bassin pyrénéen. A Gaas, à Lesbarritz, à Dax, à Saint-Jean-de-Marsac, à Gours, à Abesse, à Gaillac (Landes), ils se trouvent isolés et seuls dans le bassin méditerranéen, et paraissent manquer tout à fait en Belgique.

Dunes. — Ne pourrait-on pas croire que ces amas de sable non stratifié, d'une égale grosseur, et sans corps organisés, qui, par exemple, forment les grès de Fontainebleau et ceux des environs d'Etampes, ont été d'anciennes dunes dans la mer tongrienne ?

Oscillations du sol. — La succession régulière que nous voyons exister sur un même point, dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen, de dépôts purement marins et de dépôts purement terrestres, nous donne la preuve que des oscillations du sol se faisaient sentir dans cette période géologique. La succession des dépôts terrestres à des dépôts marins exige d'abord, pour que des coquilles terrestres et fluviatiles y aient vécu, que la mer se retire des points qu'elle occupait, et qu'après un laps de temps considérable la salure des eaux ait entièrement disparu de ces lieux. Il a donc fallu un changement de niveau sur ces points, ce qui est le fait des oscillations du sol. Les environs d'Etampes sont instructifs sous ce rapport. On y voit, au-dessus des dernières couches marines de Jeurre et d'Estréchy, une masse considérable de sables, sans coquilles marines ni coquilles terrestres. Ces sables, analogues à tous ceux de Fontainebleau, qui, peut-être, formaient ou des dunes de sable, ou, au moins, des déserts autour des dépôts marins, paraissent avoir tout nivelé à la fin de l'époque marine, car on les voit sur tous les points recouvrir ces dépôts. La manière dont les dépôts lacustres commencent à la côte de Saint-Martin, près d'Etampes, nous montre, aux premières couches, des lignites, puis des dépôts siliceux, contenant des cérites, des cyclostomes et des graines de chara ; puis, après plusieurs alternances, des couches contenant seulement des lymnées et des planorbes, et plus de cérites. Pour nous, la présence des cérites annonce encore un peu de salure dans les eaux qui les nourrissaient, en même temps que des chara ou des cyclostomes terrestres étaient amenés par les pluies. Ce n'est qu'après que les eaux ont été entièrement douces que les lymnées et les planorbes y ont pu vivre.

Perturbation finale. — Nous pourrions voir, dans les dépôts de galets inférieurs aux dépôts faluniens marins de Carry (Bouches-du-Rhône), les traces certaines du mouvement des eaux à la surface de la terre, à la fin de l'étage tongrien et avant les dépôts renfermant des corps organisés de l'étage falunien. Pour nous, ces galets dont nous

parlons plus loin, ne sont que les premiers nivellements, dus à la violence des eaux, lors de la perturbation finale de l'époque tongrienne.

D'après la grande surface de galets, d'argiles et de poudingues, qu'on voit entre les dépôts lacustres tongriens du département d'Indre-et-Loire et les dernières couches crétacées, on a également la certitude qu'un mouvement violent de lavage superficiel par les eaux avait précédé les premiers dépôts lacustres de l'étage tongrien.

Caractères paléontologiques. — Nous ne parlerons ici que des caractères propres aux espèces. En laissant de côté tous les animaux vertébrés et annelés de cette époque, encore peu faciles à séparer de ceux de l'étage falunien, avec lequel ils ont été confondus, nous ne nous baserons que sur les restes d'animaux mollusques et rayonnés. Nous connaissons dans cet étage 428 espèces. Le très-grand nombre de ces espèces, identifiées à tort, en Belgique et à Dax, avec les argiles de Londres et avec le calcaire grossier de Paris, étaient toutes basées sur de fausses déterminations qui étaient venues, pour ainsi dire, anéantir les données stratigraphiques et embrouiller considérablement la question géologique. Après avoir vu un grand nombre de ces espèces identifiées, nous pouvons affirmer, dit M. d'Orbigny, que toutes sont distinctes, et pour nous la faune de l'étage tongrien de France et de Belgique ne renferme que des espèces spéciales et tout à fait caractéristiques, de ce étage.

Chronologie historique.—M. Elie de Beaumont place la dislocation de son système de la Corse et de la Sardaigne à la fin de la période géologique parisienne. C'est alors que se sont anéantis, par les perturbations qu'elle a occasionnées à la surface de la terre, les 69 genres spéciaux à cette époque, et les 1578 espèces déjà décrites dans cette période. Lorsque le calme est revenu sur la terre, lorsque les mers sont rentrées dans leurs lits, sont nées, indépendamment des animaux vertébrés et annelés, les 428 espèces d'animaux mollusques et rayonnés que nous connaissons dans cet étage.

Les continents et les mers ont alors subi plusieurs changements. La mer, dans le bassin parisien, laisse de larges atterrissements vers le nord, et ses limites septentrionales connues s'éloignent beaucoup vers le sud, tandis que la mer s'avance, de ce côté, jusqu'à Etampes, en formant un cercle autour de Paris. Dans le bassin pyrénéen, la mer recouvre presque les mêmes limites septentrionales, en laissant un étroit atterrissement au nord-ouest de Blaye; mais, de même que dans le bassin anglo-parisien, elle s'étend considérablement vers l'est et le sud, d'un côté jusqu'à Libourne, de l'autre jusqu'à Dax. En Belgique, l'atterrissement paraît avoir eu lieu dans les mers vers le sud, tandis que les mers tongriennes se sont avancées vers le nord-est jusqu'au Limbourg et aux environs de Maëstricht.

Les continents s'accroissent donc au nord et au sud du continent belge, d'un côté en Belgique, de l'autre dans le bassin anglo-parisien, d'abord de l'atterrissement de la région nord des environs de Paris, et peut-être de toutes les mers tertiaires antérieures de l'Angleterre, puisque les mers tongriennes y sont inconnues. Il en serait de même du bassin méditerranéen, où nous ne connaissons pas encore la faune marine de cette époque. Dans le bassin pyrénéen, les continents auraient perdu une assez vaste surface orientale et méridionale des parties surélevées pendant les dépôts parisiens.

Les animaux marins de cette époque, quoique très-voisins, génériquement parlant, de ceux de la faune falunienne, s'en distinguent tous spécifiquement. En séparant de la flore miocène de M. Brongniart les plantes fossiles des meulières et des grès supérieurs des environs de Paris, et les plantes des environs d'Aix, on aura la liste suivante, à laquelle, peut-être, il faudra joindre les plantes fossiles d'Arnussan, près de Narbonne :

Cryptogames acrogènes.

Chara medicagula (Brong.). Paris.

Monocotylédones.

Carpolithes thalictroïdes (Brong.). Paris.

GRAMINÉES.

Culmites anomalus (Brong.). Paris.

PALMIERS.

Ilabellaria lamanonis (Brong.). Aix.
Endogenites didymosolen (Spreng.). Paris.

Dicotylédones gymnospermes,

Flyptostrobites parisiensis (Brong.) Paris.
Muscites squamatus (Brong.) Prod.
Podocarpus macrophylla (Lindl.). Aix.

Dicotylédones angiospermes.

LAURINÉES.

Laurus dulcis (Lindl.) Aix.

NYMPHÉACÉES.

Nymphæa arethusæ (Brong). Paris.

Les oscillations du sol ont existé pendant cette époque, qui paraît, d'après la puissance des couches, avoir eu une très-longue durée. La dislocation du *Système de l'île de Wight*, du *Tatra*, du *Rilo-dagh* et de l'*Hæmus*, que M. Elie de Beaumont fait arriver à la fin de cette époque, aurait, par la perturbation qu'elle a causée à la surface de la terre, occasionné le mouvement des eaux, dont nous avons des traces, qui aurait terminé cette période, en anéantissant les 428 espèces marines qui nous sont connues. Nous aurions donc encore ici la perturbation géologique comme moteur, les traces du mouvement des eaux qu'elle aurait amené, et, pour résultats visibles de cette révolution, l'anéantissement de la faune.

II. ETAGE SUPÉRIEUR OU FALUNIEN *proprement dit.*

C'est l'époque de la première apparition des ordres de mammifères amphibies, insectivores, édentés et ruminants; des reptiles batraciens (grenouilles), etc.

Le nom de *falunien* est pris d'une dénomi-

nation vulgaire de l'étage, et en renferme une des formes les plus communes et les plus utiles.

C'est une partie des *terrains tertiaires moyens* (*miocènes*), *faluns*, *meulières*, de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont; l'*étage des mollasses, des faluns, du crag*, de M. Cordier; l'*étage moyen des terrains supercrétacés*, de M. Huot; *terrain tritonien*, de M. d'Omalius d'Halloy; partie de la *période miocène* de M. Lyell; les *faluns de Touraine*; le *calcaire moellon*, de M. Marcel de Serres; etc., etc.

Type français, à Pontlevoy, à Montpellier; *type anglais*, le crag du Suffolk; *type belge*, le crag d'Anvers; *type autrichien*; les environs de Vienne; *type américain*, les environs d'Easton (Maryland) (Etats-Unis), etc.

Extension géographique. — Nous ne placerons pas ici toutes les couches alluviales et superficielles du sol, dont l'âge est plus ou moins contestable, mais seulement les grands dépôts géologiques marins ou d'eau douce, dont la position stratigraphique, ainsi que les fossiles qu'ils renferment, ne peuvent laisser de doute sur leur âge chronologique.

Nous ne pouvons plus, pour cet étage, nous servir des mêmes circonscriptions géographiques, car les parties françaises du bassin marin anglo-parisien se sont entièrement comblées, à l'époque précédente; et, quant à la France, il est plus logique de nous servir, pour la partie marine encore existante, du nom de *bassin ligérien*; car les dépôts marins se concentrent, pour ainsi dire, dans la grande dépression que forme aujourd'hui le bassin de la Loire. Nous allons donc nous occuper, d'abord, du bassin ligérien, où les parties marines, débris des mers de cette époque, échappés aux révolutions géologiques, ne forment plus que des lambeaux disséminés çà et là sur une extension géographique comprise de l'est à l'ouest, entre Loing (Loir-et-Cher) et les environs de Dinan (Côtes-du-Nord), d'un côté, et de l'autre, du nord au sud de Dinan, jusqu'à la Vendée. Voici, du reste, la liste de ces lambeaux, d'après les travaux de MM. Desnoyers, Dujardin, Toulmouche, Rivière, Ponceau, etc. Dans le département de Loir-et-Cher, on en voit d'abord un assez vaste lambeau, qui s'étend de l'est à l'ouest, à Loing, à Fresnes, à Contres, à Saint-Aubin, et deux autres petits à l'ouest, l'un près de Pontlevoy, et l'autre à Thenay; dans l'Indre-et-Loire, d'abord au sud de Tours, entre l'Indre et la Vienne, où l'on voit plusieurs lambeaux, à Ferrières-Larçon et à Cussay: d'autres assez près, à l'est de Sainte-Maure; sur les communes de Bossée, de Manthelan, du Louroux, de Louans et de Sainte-Catherine-de-Fierbois. Un petit lambeau existe au nord de Tours, à l'ouest de Sablançay, et, bien plus à l'ouest, s'en retrouvent encore d'autres, autour de Savigné, de Courcelles, de Chaunay, de Saint-Laurent, de Meigné-le-Vicomte, et des Cléons. Dans les Deux-Sèvres, M. de Vielblanc en a reconnu un petit lambeau au sommet du mamelon crétacé de Tourtenay. Dans Maine-et-Loire, on en voit encore des lambeaux auprès de Saumur, au Coudray, à Antoigné, aux environs de Doué, à Saint-Clément-de-la-Place, à Thorigné, à Saint-Georges, à Brigné, à Grezillé, à Notre-Dame-de-Louresse, à Ambillon, à Chavaignes, à Tigné, à Aubigné, autour de Gonnord, de Joué, au Champ, et près des Alleads; au nord d'Angers, un lambeau se montre à Sceaux; dans la Vendée, il en existe a la Grande-Chevrière et à la Gariopière. On en connaît encore dans la Loire-Inférieure, aux environs de Nantes, aux Cléons, à Saint-Colombin, près de Châteaubriant, à Arton; aux environs de Nort, à Saffré, à Cambon, près de Savenay; près de la Roche-Bernard, à Sainte-Reine, à Saint-Liphard. Dans la Mayenne, il en existe à Saint-Laurent-des-Mortiers; dans l'Ille-et-Vilaine, auprès d'Argentré, dans la forêt Duperte, à Saint-Jacques et à Saint-Grégoire, près de Rennes, à l'est de Gahard, à l'ouest de Feus, à Trémeheuc, à Chaussèvre; dans les Côtes-du-Nord, entre Dinan et Bécherel, et à Saint-Juvat, près de Dinan.

Le second bassin maritime français de cette époque est le bassin pyrénéen, encore resté à peu près dans les mêmes parages. C'est peut-être le plus connu par le nombre considérable d'espèces de coquilles qu'il renferme, étudiées, tour à tour, par MM. Jouannet, Bastérot, Grateloup et Des Moulins. Les points où les dépôts marins sont le mieux caractérisés se trouvent d'abord en lambeaux, à l'île d'Oléron, auprès du phare de Saint-Pierre, où M. d'Orbigny père les a découverts. Ils reprennent ensuite dans la Gironde, au sud de Bordeaux, où les localités célèbres de Labrède, de Léognan, de Saucats, de Saint-Médard, de Salles, de Mérignac et de Gradignan, de Martillac, se montrent, pour témoigner de la grande extension de ces dépôts, qui reparaissent aux environs de Dax, où ils ont été si bien étudiés par M. le docteur Grateloup; on les reconnaît, en effet, au moulin de Cabanière, à Dax, à Saint-Paul, aux Cabannes, à Mainot, à Saubrigues, à Saint-Jean-de-Marsac, à Cazorditte, à Castelcrabe et à Mugron, etc., etc.

Le bassin méditerranéen est également bien circonscrit à cette époque. On en connaît des dépôts marins dans l'Hérault, aux environs de Montpellier, où ils ont été étudiés par M. Marcel de Serres. Les plus belles localités sont à Boutonnet, près de Montpellier, dans la vallée du Château-d'Eau, aux buttes de Marennes, au nord de Pézénas, et à Mousson. On retrouve l'étage dans le Gard, à Sommières, à Villeneuve-lez-Avignon, au Pont-Saint-Esprit; dans les Bouches-du-Rhône, sur la côte en dehors de Martigues, à la Couronne, à Garry, où M. Honoré Martin a recueilli tant d'espèces; au plan d'Aren, à Rognes, à Lambesc, à Salon, à Lançon, à Aix, à Saint-Cannat, au bord de l'étang de Valduc, à Barbentanne, à Foz; dans le département de Vaucluse, à Vedènes, aux Angles, près d'Avignon, à Bollène; aux environs de

Gigondas, au plateau de Saint-Amand, au village de Maseou, à Vasquieras, à Beaumes, à Caromb; dans la Drôme, à Saint-Paul-Trois-Châteaux, à Suze, à Mont-Ségur, à Saint-Jean-de-Royan, à Saint-Just, à l'est de Saint-Restitut, à Clausayes. La continuation des mêmes dépôts, suivant les recherches de M. Scipion Gras, se voit dans les Basses-Alpes, à Cereste, au mont Justin, à Reillanne, et se continue au nord-est en passant par Lincel, Saint-Michel, jusque bien au delà de Forcalquier. Un autre lambeau se voit au sud-est, à Sainte-Tulle, en passant par Manosque, jusqu'à Volve. D'autres suivent la direction du nord-nord-est, et se remarquent à Ganagobie, à Peyrcies; et une bande commence à Valonne, Sourribes, Baudument, Abron, Melan et Saint-Lambert. Deux autres se voient au sud-ouest de Digne, à Gaubert et auprès de Mezel; à Châteauredon, à Tanaron. On voit l'étage dans l'Isère, à Voreppe, à Voiron, à Proveysieux, d'après M. Gras; dans l'Ain, à Bourg, à Romaigneu, à Saint-Martin-de-Bavel, à Seyssel, à Chanay; dans la Savoie, aux bords nord-ouest du lac du Bourget; en Suisse, au canton de Fribourg, au mont Molière, à Vavey, près du lac de Neufchâtel; au canton de Neufchâtel, à la Chaux-de-Fonds, à Saint-Gall; dans le canton de Vaud, à Sainte-Croix; dans le canton de Berne, à Utzigen, sur les pentes du Buchelberg, vers Messen. En Argovie, M. Auder l'a rencontré à Britheau, près de Zofingen.

La continuation des lambeaux de la Provence se voit encore, d'un côté, dans le Var, à Jeannet, à 28 kilomètres au nord-est de Grasse, à Tourrettes-lez-Vence, à Vence et à Pegomas, à Biot, près d'Antibes, à Fréjus, entre Fréjus et Saint-Raphaël; dans le comté de Nice et en Piémont, aux collines de Turin, à Dertona, au Castel-Nuovo, à Rivalba, à Sainte-Agathe, près de Tortona, si habilement étudiés par MM. Sismonda, Gastaldi, Michelotti et Bellardi; dans l'Ile de Corse, à Bonifacio, à Balestro, à Santa-Mouza, à Ajaccio, à Fontana-Canna, à Tumazza; à Civita-Vecchia; de l'autre, en Catalogne et dans le royaume de Grenade, en Espagne; en Portugal, dans les environs de Lisbonne, sur le Tage.

La continuation de ce même bassin méditerranéen se retrouve en Algérie, près d'Alger, d'Oran, au désert de Sahara; dans l'Ile de Sardaigne, dans l'Ile de Malte; sur quelques points de l'Italie, à Schio, à Polsagno (Vicentin); sur une infinité de points de la Grèce, surtout dans la plaine d'Argos; dans les îles de Spezzia, de Crète et de Caprée. En Morée, dans la Turquie d'Europe, M. Viquesnel l'a rencontré dans les vallées des principaux affluents du Danube, où cet étage forme des terrasses qui accompagnent le cours de la Saxe, du Koloubara et du Danube. Le Taurus en montre entre Bostaneson et Selefke, où M. de Tchihatcheff l'a trouvé. En Autriche, dans le bassin de Vienne si bien exploré par MM. de Hauer et Partch, à Steinabrunn, à Gaimfarem, à Nussdorf, à Anzerfeld, à Baden, à Neustadt, à Saraxadat, à Piesting, à Brunn, à Ebersdorf, à Enzersdorf, à Aralsee, etc.; dans la plus grande partie de la Styrie, d'après M. Boué, d'où il se prolongerait dans les plaines de la Hongie, dans le centre de la Carinthie, et dans la Croatie, dans la Gallicie, à Lemberg; dans la Pologne, à Zoukouce, à Warowe, à Poczacow; dans la Crimée; dans la Bessarabie, à Kichinev, à Doutchina, sur le Dniester, à Neukoustantinow, à Tessow, à Gregoriopol; dans la Podolie, à Krzemiemia, à Kamiouka, à Tarnaruda; dans la Wolhynie, Szuskowce, près de Bialozurka, à Jukowee, à Bilca, à Salisze.

Un bassin spécial, qui paraît avoir sa continuation en Belgique, commence en Angleterre, où il couvre une partie du Suffolk et du Norfolk, et est connu sous le nom de *crag*. M. Lyell, qui l'a parfaitement étudié, le divise en quatre parties successives, en commençant par les couches inférieures de ces quatre divisions. Nous croyons que les trois inférieures, *le crag à polypiers*, *le crag rouge de Suffolk*, *et l'ancien crag de Norwich*, dépendent de cet étage.

Voici encore des parties où cet étage paraît exister : dans la Hesse, à Cassel, étudiées par M. Philippi; peut-être doit-on y réunir encore le bassin de Mayence, si toutefois il ne dépend pas de l'étage tongrien. D'après M. Murchison, il existe encore, en grandes surfaces, dans la Transylvanie, tout autour de la mer Noire, dans la Valachie, la Moldavie, la Bessarabie et la Tauride. Une autre vaste étendue existerait à l'est de la mer Caspienne, etc.

D'après les savantes recherches de MM. Conrad, Morton, Lea et Lyell, une grande surface, dans les Etats-Unis d'Amérique, borderait l'Océan Atlantique, principalement dans le New-Jersey, à Cumberland-County; dans le Delaware, dans le Maryland.

Nous voyons cet étage, dans l'Amérique méridionale, occuper une vaste surface à l'ouest des Andes, depuis la côte de Feliciano, province d'Entre-Rios, jusqu'à l'extrémité de la Patagonie; il est surtout visible dans la république Argentine, à Feliciano. D'après les savantes recherches du capitaine Grant, l'étage, parfaitement caractérisé, formerait une lisière méridionale près de la côte de toute la province de Cutch, dans les Indes orientales. Les plus riches localités en fossiles sont Soomrow, Cheeosir, Joonagrea et Kotra. M. Walter Mantell l'a découvert à Middle-Island (Nouvelle-Zélande).

Maintenant que nous avons donné l'extension des couches marines, nous allons citer rapidement quelques points où se trouvent les dépôts lacustres qui paraissent dépendre de cette même époque : les environs d'Agen (Lot-et-Garonne), Monpazier et Beaumont (Dordogne); les environs d'Auch, et principalement le célèbre dépôt de Sansan, exploré par M. Lartet; Mandillot, Saint-Paul, Mainot (Landes), la Caunette, Saint-Chinian (Hérault), Concurron (Vaucluse),

se), etc., etc.; dans l'Indoustan, le sud des monts Himalaya, entre le cours du rapide Setledge et du Brahmapoutre; en Birmanie, le bassin de l'Iraoudday, dont M. Cautley a décrit l'admirable faune terrestre.

Après tout ce qui a été dit sur l'âge relatif de l'étage falunien, nous n'aurons pas beaucoup à insister pour prouver qu'il est postérieur à l'étage tongrien. Lorsque, dans le bassin parisien, on poursuit au dehors la formation d'eau douce que nous avons vue, à Etampes, recouvrir la formation marine, on voit, sur quelques-uns des points où nous avons signalé cet étage, dans les départements de Loir-et-Cher et d'Indre-et-Loire, notamment à Pontlevoy, à Savigné et à Louans, les premiers dépôts de faluns reposer immédiatement dessus. On reconnaît même que ces dépôts lacustres, certainement consolidés, ont été souvent percés par les pholades et autres coquilles perforantes de l'étage falunien, comme à Pontlevoy; ainsi, de ce côté, les faluns ont évidemment succédé à l'étage tongrien. Dans le bassin pyrénéen, on voit de même les faluns jaunes succéder régulièrement, autour de Bordeaux, comme à Dax, et surtout à Saint-Justin, aux dernières couches de calcaires à astéries ou de faluns bleus. La même superposition existe en Belgique; aussi ne reste-t-il aucun doute sur la succession régulière et chronologique de l'étage falunien sur l'étage tongrien.

Les caractères stratigraphiques différentiels qui distinguent l'étage falunien de l'étage tongrien, ont été énumérés à l'étage précédent. Nous n'avons donc plus qu'à rechercher les limites stratigraphiques supérieures de l'étage. Ces limites sont marquées par des discordances de toutes sortes. D'abord M. Elie de Beaumont place, entre cet étage et l'étage subapennin, son système des Alpes occidentales, dont la dislocation est dirigée du S. 26° O. au N. 26° E., et qui a isolé les couches faluniennes sur toutes ces parties du bassin méditerranéen. Voici, du reste, encore, les nombreuses discordances d'isolement qui existent en France, et prouvent des allures distinctes entre les étages falunien et subapennin. On trouve l'étage falunien isolé sans l'étage subapennin, d'abord sur tous les nombreux points du bassin ligérien, où, sans exception, les dernières couches faluniennes ne sont recouvertes par aucun dépôt subapennin marin. Il paraît en être de même dans tout le bassin pyrénéen, où, jusqu'à présent, les dépôts faluniens de Bordeaux et des Landes sont encore les derniers dépôts marins. On peut dire la même chose des dépôts marins des départements du Gard, de Vaucluse, de la Drôme, des Basses-Alpes, de l'Ain, de tous les points de la Savoie et de la Suisse, et du bassin méditerranéen. Le même fait existe en Corse et sur une infinité de localités qu'il est inutile de mentionner ici, ce que nous venons de dire étant suffisant pour prouver qu'il y a eu entre l'étage falunien et l'étage subapennin, dans la circonscription des mers, un grand changement qui correspond à la discordance la plus complète et la plus tranchée, discordance parfaitement en rapport avec les limites des faunes respectives que ces deux étages renferment sur les points isolés. On trouve, de plus, l'étage subapennin isolé, sans l'étage falunien, dans les Pyrénées-Orientales, ce qui prouve encore, dans les deux étages, la complète indépendance d'allures qui les distingue parfaitement.

Déductions tirées de la position des couches. — En étudiant les petits lambeaux de cet étage disséminés sur tout le grand bassin de la Loire et sur une partie de la Bretagne, depuis le département de Loir-et-Cher jusqu'aux Côtes-du-Nord, la presque horizontalité des couches et l'analogie complète des faunes qu'elles renferment démontrent bientôt que ces lambeaux sont les restes d'un seul et même tout, qui devait constituer une mer, dont les gigantesques dénudations postérieures, produites par les eaux, n'ont plus laissé que quelques parcelles. Les parties existantes de ce bassin marin, comparées, en effet, aux parties dénudées qui les séparent, ne sont plus, en surface, que dans le rapport d'un à cent. Il a donc fallu que ces dépôts, d'abord répandus sur toute la surface renfermée par ces lambeaux, aient été ensuite enlevés sur les *quatre-vingt-dix-neuf centièmes* de leur surface première. C'est peut-être l'un des faits les plus curieux et les plus concluants pour prouver qu'avec une impétuosité inconnue dans les causes physiques ordinaires les eaux ont balayé la surface de ces contrées pendant assez longtemps pour qu'en deux époques géologiques seulement elles aient pu enlever une surface aussi considérable; car il ne faut pas oublier qu'il n'y a eu, depuis que ces mers existaient, jusqu'à nous, que la perturbation finale de cette même époque, et la perturbation finale de l'étage subapennin, qui a précédé notre arrivée sur la terre. Nous ne saurions donc trop insister sur ce morcellement très-important, la preuve la plus évidente que nous puissions donner du mouvement des eaux, qui, d'après tous les faits existants, paraît avoir marqué la fin de chaque grande époque géologique, plutôt que des changements de température ou de milieux d'existence, que les recherches géologiques nous dénotent n'avoir pas existé.

Dans le bassin pyrénéen, la disposition des couches prouve qu'elles ne sont pas dans une nouvelle mer spéciale à cette époque, comme il arrive pour le bassin ligérien; mais que, comme pour les époques précédentes, elles se sont déposées dans un bassin préexistant, qui s'étendait de Léognan (Gironde) jusqu'au sud de Dax (Landes), et remplissait tout l'intervalle. Les parties des faluns qu'on retrouve sur beaucoup de points sont encore dans la position qu'elles occupaient lors de leur dépôt, n'ayant nullement été dérangées depuis, si ce n'est qu'elles ont également subi l'effet de nombreuses dénudations.

A côté de ces bassins morcelés, ou, pour

ainsi dire intacts, existant dans l'ouest de la France, où les dislocations du sol sont bien plus anciennes, que trouvons-nous en Provence, dans le grand bassin méditerranéen? Ici aucune couche n'est intacte; toutes ont plus ou moins subi l'influence de dislocations postérieures du sol, qui, d'horizontales qu'elles étaient, les a placées sur toutes les inclinaisons, depuis la ligne presque horizontale jusqu'à la ligne verticale. C'est ainsi qu'on les a observées à Carry, et sur une infinité de points des Alpes ou de la Provence. On voit donc, en résumé, dans les bassins ligérien et pyrénéen, des couches qui ont à peine subi quelques dérangements depuis leur dépôt, tandis qu'en Provence et dans les Alpes elles ont certainement subi l'effet immédiat de dislocations postérieures. Soit par les dénudations, soit par le manque de parallélisme, on y retrouve les traces certaines d'une révolution géologique. La discordance complète des couches de cet étage avec les couches crétacées qui les supportent annonce que les terrains crétacés avaient antérieurement éprouvé en Provence les effets d'une dislocation considérable.

Composition minéralogique. — Nous citerons comparativement quelques points, pour arriver à des conclusions ultérieures. Voyons d'abord le bassin ligérien. Aux Cléons, près de Nantes, on trouve aux parties inférieures un calcaire friable, composé particulièrement de nombreux bryozoaires brisés, en couches horizontales, au-dessus de petits cailloux, des couches calcaires à bryozoaires, des huîtres mêlées de cailloux roulés, des calcaires à bryozoaires et à térébratules; le tout recouvert de cailloux roulés et d'huîtres. A Lempes (Indre-et-Loire), les couches de faluns composées de coquilles, les unes intactes, les autres roulées, mélangées de sable, de petits cailloux, le tout friable. Ici ces faluns forment, entre des lits horizontaux, de petits lits inclinés en sens inverse, et superposés les uns aux autres. Sous les faluns de la Touraine, quand on arrive aux couches inférieures, on trouve, sur beaucoup de points, des calcaires jaunes entièrement composés de bryozoaires, comme ceux des Cléons. Cette couche à bryozoaires est surtout commune dans le département de Maine-et-Loire, à Louvisse, à Chavaignes, où les couches sont souvent formées de lits inclinés en sens divers, alternant avec des lits horizontaux, produits par les courants, comme ceux des faluns. Les couches inférieures ont généralement des cailloux et des fossiles crétacés remaniés. Dans le bassin pyrénéen, on trouve à Saucats, d'après M. Dufrénoy, d'abord une mollasse composée d'un calcaire à ciment cristallin, empâté d'une grande quantité de débris marins; puis des marnes coquillières friables, qui passent, vers les parties supérieures, à des faluns composés de sable jaune, renfermant beaucoup de coquilles intactes non roulées, et souvent avec les deux valves. On voit, d'après M. Delbos, entre les faluns jaunes de Saucats et ceux de Mérignac, qu'il s'est déposé une couche lacustre, visible à Saucats, à Labrède, à Mérignac. Dans le bassin méditerranéen, aux environs de Montpellier, d'après M. Marcel de Serres, on trouve, aux parties inférieures, des marnes sablonneuses à coquilles marines et fluviatiles; au-dessus sont des roches calcaires de sable et de marne, que M. Marcel de Serres appelle *calcaire-moellon*. Les couches les plus supérieures sont formées de sable. A Carry (Bouches-du-Rhône), où l'on peut, dans des coupes naturelles, au bord de la mer, suivre toute la formation depuis les couches les plus inférieures, voici ce que l'on trouve : d'abord, au Rouet-de-Carry, des couches de poudingues fortement inclinées, formées de galets enlevés aux couches néocomiennes sur lesquelles elles reposent en couches discordantes, mélangés à ces cailloux noirâtres dits cailloux de la Durance ou de la Crau; sur ces poudingues, une série d'alternance de couches de mollasse calcaire et d'argiles rouges, de sables purs, de sables argileux durcis, et d'une roche composée de cailloux avec coquilles. Les coquilles de toutes ces couches n'y sont pas roulées, mais, au contraire, souvent entières, ou même dans leur position normale d'existence. A Vence, près de Grasse, comme en Corse, ce sont des calcaires entièrement formés de débris marins et contenant un grand nombre d'échinides, surtout des *clypeaster*. La grande variété de composition minéralogique de cet étage prouve que, comme les mers actuelles, il était soumis à toutes les influences diverses des causes actuelles.

Puissance connue. — L'épaisseur de l'étage est très-variable, suivant les lieux. On trouve les dépôts les plus épais dans le bassin méditerranéen. Dans le département de Vaucluse, M. Eugène Raspail lui a reconnu jusqu'à 200 mètres. Sur quelques points des Basses-Alpes, M. Scipion Gras y a trouvé jusqu'à 300 mètres de puissance, ce qui, avec le nombre considérable de débris d'animaux marins des autres bassins, annonce une longue durée de cette époque remarquable, la plus riche de toutes, jusqu'à présent, en corps organisés fossiles.

Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles. — Sur ce sujet, non-seulement chaque bassin, mais aussi chaque localité pourrait nous donner des déductions curieuses, pour prouver que tous les faits actuels existaient dans les époques passées, où les mers et les continents étaient soumis à toutes les causes physiques d'aujourd'hui. Nous en citerons seulement quelques exemples pris entre mille.

Suivant le résultat des faits, nous avons dit que chaque époque a dû commencer par des dépôts formés, même pendant l'agitation des eaux, des parties les plus pesantes des matériaux sédimentaires qui existaient dans les bassins nouvellement formés Les bassins méditerranéen et ligérien nous en donnent la preuve. Quand on considère, par exemple, la composition des premières couches du Rouet-de-Carry (Bouches-du-Rhône), il est

impossible d'en douter un instant. Les énormes cailloux de calcaire néocomien, évidemment enlevés sur le même point à cet étage, sur lequel il repose, ainsi que les nombreux galets de la Durance, semblables à ceux de la Crau qui les accompagne, prouvent non-seulement que le mouvement des eaux a déposé les débris voisins pris aux roches sous-jacentes, mais encore qu'il en a apporté de loin pendant ce mouvement général. Le même fait paraît exister sur beaucoup de points de la Provence. On voit clairement que ces premiers dépôts ont même précédé l'animalisation de l'époque, puisqu'ils ne sont mélangés à aucun corps organisé. Les corps organisés remaniés à l'état fossile, qu'on trouve ailleurs, nous donnent encore la preuve de ce mouvement; on en voit surtout un exemple remarquable près de Clausayes (Drôme), où l'on trouve des ammonites et beaucoup d'autres coquilles de l'étage crétacé albien remaniées dans les sables jaunes de l'étage falunien. Dans la Touraine et dans le Maine, on remarque des faits analogues. Souvent, les couches inférieures renferment un plus grand nombre de galets que le reste, et l'on y remarque, comme aux environs de Doué, ainsi que l'a observé M. Ponceau, que ces premières couches déposées renferment des *ostrea columba* de l'étage cénomanien, remaniées à l'état fossile dans l'étage falunien.

Les parties terrestres, soit isolées, soit superposées ou même intercalées entre des couches marines, se remarquent sur beaucoup de points différents de la France, et nous en citerons seulement quelques-unes. Peut-être doit-on rapporter à cette époque cette vaste surface comprise entre Albi et Castres; mais pour les localités de Mandillot, de Saint-Paul, de Mainot (Landes), et surtout celles de Saucats, de Labrède et de Mérignac, il ne peut exister de doute, pas plus que pour les calcaires lacustres contenant des lymnées et des planarbes, aux environs de Montpellier. On trouve des coquilles terrestres (hélices) et des ossements de mammifères, avec les coquilles marines des faluns de la Touraine; ce qui annonce que des affluents terrestres y venaient verser leurs eaux et apportaient ces restes d'animaux terrestres. M. d'Orbigny a remarqué sur les bords du Rio-Negro, en Patagonie, entre les bancs que forment les grès, ces empreintes physiques des ondulations laissées par la mer lorsqu'elle se retire; elles sont là, des plus communes et des mieux marquées.

La grande abondance des coquilles de gastéropodes et d'acéphales, qu'on rencontre, réunies dans toutes les falunières de la Touraine, dans le bassin ligérien, aux environs de Bordeaux, de Dax, dans le bassin pyrénéen, et dans les calcaires ou les sables de Carry (Bouches-du-Rhône), et dans le bassin méditerranéen, annonce, non des dépôts côtiers faits sur le littoral, comme quelques auteurs l'ont pensé, mais bien des dépôts formés dans une mer peu profonde au-dessous du balancement des marées. Les couches horizontales des faluns, ou même les petits lits inclinés qui les séparent, dénotent des dépôts non formés sous l'influence de la vague, dont l'effet est de tout mélanger sans laisser de couches ni de lits proprement dits. Pour nous, en jugeant par comparaison, les dépôts de Léognan, de Saucats, se sont formés dans une mer tranquille, au-dessous des marées, tandis que les dépôts de faluns de la Touraine ont été charriés par de violents courants, qui ont même plusieurs fois changé de direction, ce qu'annonce l'inclinaison en sens inverse des petits lits de dépôts de sable falunien. Le même fait existe dans le Suffolk, en Angleterre.

Nous avons vu, dans les causes actuelles, que les mollusques bryozoaires, les brachiopodes et quelques échinodermes vivaient toujours dans des zones spéciales profondes, et en même temps soumises à des courants. Ces résultats, appliqués aux causes passées, nous prouvent que ces nombreuses couches de calcaire, composées, presque entièrement de bryozoaires, qu'on trouve aux Cléons, à Chavaignes, aux environs de Doué; au-dessous des faluns, à Manthelan, et sur une infinité de points du bassin ligérien, ont dû être déposées dans des parties profondes des mers, soumises néanmoins à l'action des courants; car les débris forment encore des lits inclinés, comme ceux que nous avons décrits dans les étages bathonien, coralien et parisien. Les couches à échinides de Vence, de l'île de Corse et de la Sardaigne, sont encore des dépôts profonds sous-marins d'une autre nature.

Oscillations du sol. — Deux circonstances de dépôt nous démontrent que les oscillations du sol existaient durant l'époque falunienne : d'abord, le changement brusque de nature de dépôt que nous avons signalé sur quelques points du bassin ligérien. Lorsque nous voyons, par exemple, à Manthelan, des couches de calcaire, où l'on ne trouve que des bryozoaires, presque sans mélange, et dénotant une mer profonde, être immédiatement recouvertes par des faluns, au contraire avec très-peu de bryozoaires, et contenant principalement des gastéropodes et des lamellibranches, que l'on sait n'exister en grand nombre que peu au-dessous du balancement des marées; des oscillations du sol peuvent seules nous expliquer ces changements subits. La superposition, comme à Saucats, à Labrède, à Mérignac (Gironde), d'abord d'un dépôt marin, puis d'un dépôt lacustre, encore recouvert d'un second dépôt marin, le tout durant une seule période géologique, ne saurait aussi s'expliquer que par l'effet des oscillations. Pour que cette succession existe, il a fallu, d'abord, une surélévation des parties sous-marines de Saucats, au-dessus des eaux de la mer, ensuite un laps de temps considérable pour que ce point se couvre d'animaux lacustres fluviatiles; puis, enfin, pour que des dépôts marins viennent, de nouveau, recouvrir ces dépôts terrestres.

il a fallu certainement un affaissement local considérable. Ces exhaussements et ces affaissements sont, comme nous l'avons dit, le fait des oscillations du sol

Perturbation finale. — Nous avons attribué à la perturbation finale de l'étage ce morcellement remarquable de toutes les parties éparses de cet étage sur le bassin ligérien, par suite de dénudations considérables. Les cailloux et les grosses huîtres roulées, qui forment généralement les dernières couches des différents lambeaux, amèneraient encore à ces conclusions; car elles sont le produit évident d'un grand mouvement dans les eaux. La position du lambeau de Doué, placé dans une dépression du sol viendrait corroborer cette opinion. Il n'a évidemment été conservé que par suite de sa position abritée, donnant moins de prise à l'effet des eaux.

Peut-être pourrait-on rapporter à ce mouvement final des eaux les dépôts d'animaux mammifères flottants, comme ceux de Sausan, dans le Gers, autour d'Auch, et de quelques points de l'Auvergne, étudiés par MM. Croiset, Delesert et Bravard. La réunion extraordinaire des ossements d'animaux vertébrés qu'a rencontrée M. Lartet, dans la première de ces localités, nous paraît appartenir aux mêmes causes qui ont amoncelé les débris de mammifères dans les pampas, comme nous le dirons à l'étage suivant.

Caractères paléontologiques. — Un premier caractère qui domine tous les autres, dans cet étage, c'est que les genres qui y sont apparus, au nombre de 148, comparés à ceux qui, antérieurement nés, viennent s'y éteindre, au nombre seulement de 29, prouvent, plus que tous les autres faits, que l'étage falunien est en pleine voie croissante de développement de la période tertiaire Les séries animales montrant le plus de formes nouvelles pendant cette période sont les mammifères, qui en donnent 47; puis les mollusques gastéropodes, qui en offrent 20; les foraminifères et les crustacés, dont les premiers ont 15 formes nouvelles et les derniers 14. On voit, dès lors, que ces séries animales remplacent, par leur développement, durant la période falunienne, les zoophytes et les poissons, qui forment le maximum de développement de la période parisienne. Les formes génériques nous donnent les caractères stratigraphiques suivant (327). Tous les genres qui s'éteignent dans l'étage parisien sans arriver à celui-ci, comme les 69 genres cités à l'étage précédent, seront autant de caracteres négatifs propres à distinguer ces deux étages. Les genres inconnus à l'étage falunien, et qui apparaissent seulement dans l'étage subapennin, pourront aussi servir de caractères distinctifs entre les deux. Ces genres au nombre de 93, sont ainsi distribués : parmi les mammifères, 42 genres; parmi les oiseaux, 26 genres; parmi les reptiles, 7 genres; parmi les poissons, 8 genres; parmi les crustacés, 3 genres; parmi les céphélopodes, 1 genre; parmi les gastéropodes, 1 genre; parmi les lamellibranches, 2 genres; parmi les foraminifères, 3 genres. Nous aurions donc, en caractères négatifs, pour distinguer l'étage falunien des deux étages immédiatement supérieurs ou inférieurs, le nombre de 162 genres.

Les caractères positifs pour distinguer l'étage parisien de celui-ci nous sont donnés par 148 genres, qui, inconnus dans l'époque antérieure, se montrent, pour la première fois, avec l'étage falunien.

Parmi ces genres, ceux qui meurent dans ce même étage, sans passer à l'étage suivant, seront encore autant de caractères positifs qu'on pourra invoquer pour le distinguer de l'étage subapennin, où, jusqu'à présent, ils n'ont pas encore été signalés. Ces genres sont ainsi distribués dans les diverses classes d'animaux : parmi les mammifères, les genres *pithecus*, *agnotherium*, *amphicyon*, *amphiarctos*, *pterodon*, *machærodus*, *amyxodon*, *hyænodon*, *oxygomphius*, *dimylus*, *megamys*, *archæomys*, *steneofiber*, *palæomys*, *chalecomys*, *chelodus*, *macrotherium*, *dinotherium*, *chærotherium*, *macrauchenia*, *chalicotherium*, *hippotherium* et *civatherium*; parmi les reptiles, les genres *megalocheilus* et *aspidonetes*: parmi les poissons, le genre *hemipristis*; parmi les céphalopodes, le genre *spirulirostra*; parmi les gastéropodes, les genres *deshayesia* et *ferussina*; parmi les mollusques bryozoaires, les genres *mendropora* et *uniretepora*; parmi les échinodermes, le genre *scutella*; parmi les polypiers, les genres *deltocyathus*, *conocyathus*, *astrhelia gyrophyllia*, *chryptangia* et *isisina*; parmi les foraminifères, les genres *hauerina* et *dimorphina*. Si nous joignons à ceux-ci tous les genres d'animaux existant depuis plus ou moins longtemps, et qui se sont encore éteints dans cet étage, sans passer au suivant, comme les 29 genres ci-après dénommés : parmi les mammifères, les genres *antrachotherium*, *lophiodon* et *ziphius*; parmi les reptiles, le genre *palæophis*; parmi les poissons, les genres *otodus*, *corax*, *edaphodon*, *ischyodon*, *sphærodus*, *smerdis*; parmi les céphalopodes, le genre *megasiphonia*; parmi les lamellibranches, les genres *myoconcha* et *grateloupia*; parmi les bryozoaires, les genres *radiopora*, *capularia* et *pyripora*; parmi les échinodermes, le genre *conoclypus*; parmi les polypiers, les genres *aplocyathus*, *astrocœnia*, *funginella phyllocœnia*, *trochocyathus*, *actinocœnia*, *stylocœnia*, *goniaræa*, *rhizangia*, *septastrea* et *eupsammia*; parmi les foraminifères, le genre *operculina*, nous aurons 69 genres pouvant servir à distinguer l'étage falunien de l'étage subapennin.

Sans compter plusieurs centaines d'espèces d'animaux vertébrés et annelés, et de plantes que nous n'énumérons pas ici, nous avons, en animaux mollusques et rayonnés

(327) Nous comparerons, dans ces caracteres, les deux sous-étages tongrien et falunien.

seulement, le nombre de 2,754 espèces. Bien entendu que nous en avons d'abord entièrement séparé les espèces tongriennes mentionnées au sous-étage précédent. Si l'on devait prendre pour définitives les nombreuses espèces signalées par quelques auteurs, comme se trouvant à la fois dans l'étage parisien et dans l'étage falunien des environs de Bordeaux, de Dax, de Kleynspauwen, en Belgique, ou de Cassel, dans la Hesse, il y aurait un grand nombre d'espèces se trouvant dans les deux à la fois; mais ayant discuté une à une toutes les espèces indiquées comme se trouvant à la fois dans les deux étages, M. d'Orbigny a reconnu qu'elles étaient toutes basées sur de fausses déterminations. Nous n'avons donc, jusqu'à présent, aucune espèce qui passe réellement de l'étage parisien à l'étage falunien. Sans discuter à fond la valeur des mélanges nombreux admis par les auteurs piémontais et allemands, entre l'étage falunien et l'étage subapennin, et surtout sans attacher une grande importance à ce mélange, qui, sans doute, a eu lieu, les coquilles étant mortes, sur les points où existe le contact immédiat des deux étages, nous trouvons néanmoins qu'il en existe, et nous citerons les espèces suivantes :

MOLLUSQUES

Rissoina pusilla.
Cypræa elongata.
Siliquaria subanguina.
Cancellaria subcancellata.
— umbilicaris.
— ampullacea.
— uniangulata.
— varicosa.
Triton doliare.
— heptagonum.
— intermédium.
— tortuosum.
Nassa Serrata.
— prismatica.
Cassis texta.
Morio fasciatus.
Petricola rupestris.
Mitra striatula.
Conus ponderosus.
Murex polymorphus.
Purpura striolata.
Buccinum polygonum.
Dentalium elephantinum.
Venus subcincta.
— subplicata.
Cardita intermedia.
— elongata.
Chama gryphina.

En résumé, si des 2,754 espèces citées comme faluniennes nous séparons provisoirement les 28 espèces précédentes, qui, par une cause quelconque, se trouvent dans l'étage subapennin, il nous resterait encore 2,726 espèces caractéristiques de cet étage; et cependant nous avons la certitude que nous ne connaissons pas peut-être la moitié de la faune si considérable de cette époque.

Chronologie historique. — A la fin de la période parisienne, par suite d'une perturbation géologique, se sont éteints 69 genres d'animaux, sans compter les plantes. A la fin de la période tongrienne, se sont également éteintes 428 espèces propres à cette période; et lorsque le calme a reparu dans les mers, sont nés, en animaux divers, 148 genres (328) inconnus à l'époque parisienne, ainsi que 2,754 espèces également inconnues dans les époques antérieures, et qui ne sont qu'une faible portion de ce qui existe dans la nature.

A la fin de la période tongrienne, les continents et les mers subissent des changements considérables. C'est, en effet, alors que la mer se retire tout à fait de la partie française du bassin anglo-parisien, et vient former un bassin spécial qui occupe la grande dépression de la Loire et une partie de la Bretagne, comprise entre Pontlevoy et Dinan d'un côté, et Dinan et Tourtenay de l'autre, nouveau bassin jusqu'alors étranger aux dépôts marins tertiaires que nous appellerons maintenant *bassin ligérien*. A en juger par les lambeaux, ce bassin devait s'étendre, d'un côté jusqu'à la Manche, et de l'autre jusqu'aux côtes du Morbihan et de la Vendée, en représentant un golfe très-profond. — Le second bassin maritime de cette époque est encore le bassin pyrénéen, qui reste à peu près dans la même circonscription, mais en s'avançant encore vers l'ouest, et laissant des atterrissements tout autour à l'est. — Le troisième bassin français, le bassin maritime méditerranéen, a complétement changé de forme. Pendant la période falunienne, il paraît avoir envahi une vaste surface antérieurement continentale, comprise entre les environs de Montpellier et l'ouest de Marseille, et s'étendant, au nord, jusqu'aux départements du Gard et de la Drôme. Néanmoins, un golfe s'étendait au nord-est jusqu'aux Basses-Alpes; et un autre, se dirigeant au nord jusqu'au département de la Drôme, tournait au nord-nord-est par l'Ain, et de là couvrait une partie de la Savoie, de la Suisse, et s'étendait probablement jusqu'à Vienne, en Autriche, et sans doute beaucoup plus à l'est. En résumé, nous avons encore en France trois mers, le bassin ligérien, le bassin pyrénéen et le bassin méditerranéen.

En Angleterre, la mer falunienne envahit le Suffolk et le Norfolk, dont elle couvre toute la côte; et c'est probablement de ce point que s'étendait la mer, jusqu'aux environs d'Anvers, en Belgique, qui, par ses fossiles, dépend du même bassin, que nous appellerons anglo-belge.

Les continents se sont également modifiés. Pour la première fois, depuis les terrains triasiques, nous voyons, en effet, le bassin anglo-parisien devenir continental. Une surélévation de toutes ses parties s'étend au sud, jusqu'à Blois, et sur une ligne qui, de ce point, passe par Laval; mais les continents antérieurs perdent tout le bassin ligérien, antérieurement exhaussé. Dans le bassin

(328) Les genres, en petit nombre, plus spéciaux à la section tongrienne, y sont compris.

pyrénéen, un grand atterrissement se fait à l'est, sur les parties déjà exondées. En Provence, nous voyons le continent perdre toute la partie que nous trouvons occupée par la mer, entre Montpellier et Marseille. En résumé, entre les deux époques, les continents ont perdu tout le bassin ligérien, la partie sud du bassin méditerranéen, et la France approche déjà de la forme continentale que nous lui connaissons aujourd'hui.

Les mers étaient, durant cette période, peuplées d'un grand nombre d'animaux inconnus dans les époques antérieures. Les crustacés amphipodes offrent leurs premiers genres, ainsi que les mollusques nucléobranches. En résumé, 89 genres marins apparaissent pour la première fois, parmi lesquels dominent les mollusques gastéropodes surtout, au nombre de 20, parmi lesquels des *haliotis*, des *turbinella*, des *ranella* et des *dolium;* puis les foraminifères, qui montrent 15 genres nouveaux, au nombre desquels sont les *polystomella*, les *dendritina* et les *bolivina;* enfin les crustacés, qui renferment les genres *pagurus*, *astacus* (homard), *portunus*, *grapsus*, etc.

Ce sont surtout les continents qui nous offrent des animaux terrestres nombreux et remarquables par leur taille ou leurs formes. C'est, en effet, alors, qu'avec tant de mammifères aujourd'hui tout à fait perdus, comme les palæomys, les macrotherium, les dinotherium, aux défenses gigantesques; les toxodon, les mastodon, aux formes massives, ainsi que beaucoup d'autres, apparaissent déjà les premiers représentants des genres *ours* (*ursus*), *felis*, *mustela*, *phoca*, *mus*, *castor*, *rhinoceros*, *taperus*, *cervus*, etc., qui peuplent aujourd'hui la surface de la terre. C'est encore pendant cette période que se montrent, chez les reptiles, les premiers représentants des couleuvres (*coluber*), des grenouilles (*rana*), des salamandres; et chez les poissons, les premières perches (*perca*), *alosa*, *lebias*, etc., etc., qui peuplaient les eaux douces. Avec ces animaux, M. Brongniart cite la flore suivante comme ayant vécu durant cette période.

FLORE DE L'ÉTAGE FALUNIEN.

Cryptagames amphigènes.

	Nombre des espèces.
ALGUES.	
Cystoseirites,	3
Phœrococcites,	1
CHAMPIGNONS.	
Hysterites,	1
Xylomites	1

Cryptogames acrogènes.

MOUSSES.	
Muscites,	1
FOUGÈRES.	
Filicites,	1

Monocotylédones.

NAÏADES.	
Zosterites,	1
Caulinites,	2
Ruppia,	1
GRAMINÉES.	
Culmites,	1
Bambusium,	1
LILIACÉES.	
Smilacites,	2
Flabellaria,	9
Phœnicites,	4
Endogenites,	1

Dycotylédones gymnospermes.

CONIFÈRES	
Callitrites,	3
Sequoites,	1
Glyptostrobites,	1
Abieselites.	4
Pinites,	4
Araucarites?	1
Eleoxylon,	2
Taxites,	2

Dicotylédones angiospermes.

MYRICÉES.	
Comptonia,	3
Myrica,	6
BÉTULINÉES.	
Betula,	2
Betulinium	1
Alnus,	1
CUPULIFÈRES.	
Quercus,	3
Fagus,	1
Carpinus,	3
ULMACÉES.	
Ulmus,	3
ORÉES.	
Ficus,	1
PLATANÉES.	
Platanus,	1
SALICINÉES.	
Populus,	3
LAURINÉES.	
Daphnogène,	3
Laurus,	1
OMBELLIFERÉES.	
Pimpinellites,	1
HALORAGÉES.	
Myriophyllites,	1
COMBRETACÉES.	
Getonia,	1
Terminalia,	2
CALYCANTHÉES.	
Calycanthus,	1
LÉGUMINEUSES.	
Phaseolites,	1
Desmodophyllum,	2
Dolichites,	2
Erythrina,	1
Adelocercis,	1
Bauhinia,	1
Mimosites,	1
Acacia,	1
ANACARDIÉES.	
Rhus,	3
XANTHOXYLÉES.	
Xanthoxylon,	1
JUGLANDÉES.	
Juglans,	6
RHAMNÉES.	
Rhamnus,	1
Ceanothus,	1
ACÉRINÉES.	
Acer,	5
APOCYNÉES.	
Echilonium,	2
Neritinium	2

	Nombre des espèces.
Plumeria,	1
Apocynophyllum,	2
RUBIACÉES.	
Steinhauera.	2

Le savant professeur s'exprime ainsi à l'égard de cette flore :

« Les caractères les plus frappants de cette époque consistent dans le mélange de formes exotiques propres actuellement à des régions plus chaudes que l'Europe, avec des végétaux croissant généralement dans les contrées tempérées ; tels que les palmiers, une espèce de bambou, des laurinées, des combrétacées, des légumineuses des pays chauds, des apocynées analogues, d'après M. Unger, aux genres des régions équatoriales, une rubiacée tout à fait tropicale, unis à des érables, des noyers, des bouleaux, des ormes, des chênes, des charmes, etc., genres propres aux régions tempérées ou froides. La présence de formes équatoriales, et surtout des palmiers, me paraît essentiellement distinguer cette époque de la suivante. Enfin, on remarquera aussi le très-petit nombre de végétaux à corolle monopétale, bornés aux espèces rapportées à la famille des apocynées par M. Unger, et au genre *steinhauera*, fondé sur un fruit qui a beaucoup de rapport avec celui des *nauclea*, parmi les rubiacées. »

La présence dans les mers des bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen, d'un nombre considérable d'animaux aujourd'hui spéciaux seulement aux régions chaudes de la zone torride, tels, par exemple, que les genres *delphinula*, *pteroceras*, *solarium*, *fusus*, *strombus*, *rostellaria*, *pyrula*, *mitra*, *phorus*, *conus*, *fasciolaria*, *sigaretus*, *cypræa*, *marginella*, *ancillaria*, *oliva*, *terebellum*, *terebra*, *tiphis*, *turbinella*, *sistrum*, *oniscia*, *perna*, *plicatula*, *corbis*, etc., etc., joints aux animaux terrestres, tels que les *rhinoceros*, les *tapirus*, les *manatus*, et tous les genres éteints si voisins de ceux-ci, démontre, de la manière la plus péremptoire, que les mers et les continents, en France, en Angleterre et en Allemagne, étaient sous une température uniforme, semblable à la température de la zone équatoriale. La chaleur centrale de la terre neutralisait donc encore l'effet des zones isothermes.

La puissance des couches, et surtout le nombre considérable de coquilles qu'elles renferment, nous donnent la certitude que cette période a été, peut-être, l'une des plus prolongées; elle était, de même que les autres, soumise à l'action des oscillations du sol. La fin de cette période est marquée par l'élévation, au-dessus des eaux, de tous les bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen, que nous avons décrits. Les effets en ont été de dénuder d'une manière si remarquable et de morceler les dépôts du bassin ligérien, en anéantissant tous les animaux terrestres et marins de cette époque. C'est peut-être aussi lorsqu'en Europe s'est effectuée la dislocation du S. 26° O. au N. 26° E., qui a surélevé le *système des Alpes occidentales* de M. Elie de Beaumont. Nous aurions donc encore, pour la fin de cette époque, la dislocation qui a déterminé la perturbation géologique, les traces certaines du mouvement des eaux que cette perturbation a produit, et pour résultat, l'anéantissement de la faune de cette époque.

FAVULAIRE. *Voy.* SIGILLAIRE.

FER. *Voy.* l'*Introduction*.

FER OOLITIQUE. *Voy.* APTIEN.

FER. *Son rôle dans la constitution de la terre.* — *Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES du globe terrestre.

FER VIVIANITE. *Voy.* FOSSILISATION.

FEU CENTRAL. — Laissant de côté la question d'origine, nous allons examiner si l'hypothèse de la fluidité interne de notre planète peut concorder avec l'astronomie et la physique générale, deux sciences depuis longtemps positives, depuis longtemps sorties de l'état hypothétique.

Je prie qu'on veuille bien me remarquer, je ne mets nullement en doute qu'il y ait dans le globe une force de caloricité, une chaleur propre, quelle qu'en soit la cause ; mais de là à conclure qu'au-dessous d'une épaisseur de 40 à 50 mille mètres il y a un foyer doué d'une telle puissance que l'imagination ne peut se la figurer, de là il y a loin, il y a une différence complète.

Les croissances uniformes de température que la théorie pose comme un fait, n'ont en réalité rien de constant, rien de régulier dans la nature. Par exemple, le maximum de croissance de la température, observé dans l'eau des sources dans les mines, est de 1° par 20 mètres de profondeur, le minimum de 1° par 187 mètres; le maximum pour l'eau des puisards dans les mines, est de 1° par 14 mètres, le minimum de 1° par 75 mètres; le même maximum observé dans les eaux des inondations anciennes des mines, est de 1° par 12 mètres et le minimum de 1° par 43 mètres, etc. La température du roc n'est pas moins variable. Ainsi des thermomètres à poste fixe, placés dans des niches pratiquées à cet effet dans la roche et derrière des vitres, en deux mines de Saxe, ont été observés trois fois le jour durant l'espace de deux ans. Il est résulté de ces observations que la croissance de la température n'était pas la même selon les lieux : ainsi dans un lieu cette croissance était de 1° par 60 mètres de profondour, dans un autre de 1° par 37 mètres, dans un autre de 1° par 73 mètres, dans un autre de 1° par 42 mètres, dans un autre de 1° par 38 mètres, et enfin dans un autre de 1° par 33 mètres. La proportion moyenne de l'augmentation de la chaleur, calculée d'après les résultats obtenus dans six des mines de houille les plus profondes du Durham et du Northumberland, est de 1° centig. pour 24 mètres de profondeur. Cette proportion a été de 1° cent. par 30 mètres de profondeur dans la mine de Dolcoath (Cornouailles). Il nous serait facile d'augmenter l'énumération de ces différences, mais ce que nous avons dit suffira pour

prouver le défaut d'uniformité dans l'accroissement de la température intérieure du globe, fait sur lequel repose notre première objection à la théorie du feu central.

Comment de ces variations a-t-on pu déduire des formules de croissance fixes de 1° par 25, par 30, par 40 à 50 mètres? On a établi une moyenne entre les diverses quantités données par les observations. Or, les moyennes sont des choses purement artificielles, des procédés à notre usage, mais il n'en existe pas dans la nature. Aussi, serait-ce faire un étrange abus que de conclure de l'unité et du caractère d'une moyenne à l'unité et au caractère de la cause. On s'est conduit comme celui qui, d'une moyenne sur la température annuelle, en induirait que l'été et l'hiver sont la même chose, et dépendent d'un rapport toujours semblable entre la terre et le soleil, etc. C'est le sophisme connu dans l'école sous le nom de *Fallacia accidentis*.

A cette objection on a tâché de répondre par une nouvelle hypothèse. On a supposé une épaisseur variable à l'écorce du globe, de telle sorte que le trajet à parcourir par le calorique étant plus considérable en certains lieux, il s'y faisait moins sentir. Cette réponse est loin d'être satisfaisante, car les distances existantes entre les points d'observations sont le plus souvent trop petites pour qu'on puisse y trouver une place suffisante pour un épaississement capable d'expliquer l'effet des différences observées entre les températures. Attribuerait-on ces différences aux diverses capacités des roches pour la transmission du calorique?

Mais ces mines dans lesquelles on trouve de pareilles variations sont creusées dans des terrains de nature sensiblement semblables. S'il existait, sous la mince écorce qui nous supporte, un feu d'une intensité immense et que l'on pourrait considérer comme agissant depuis un temps infini comparativement à nos expériences, ce serait le cas d'appliquer une loi de la physique sur la transmission du calorique, en vertu de laquelle tous les corps, quelle qu'en fût la nature, devraient présenter un état de chaleur rayonnante parfaitement égal à la même profondeur. Or, puisqu'il n'en est point ainsi, puisque la température varie en raison des lieux, en raison de la composition chimique, il y a lieu de croire que la chaleur propre du globe est tout autre que celle qui est généralement admise aujourd'hui.

On s'est servi de l'hypothèse de l'incandescence interne de la terre pour donner une théorie des phénomènes volcaniques. On a prétendu que les volcans étaient des soupiraux par où s'échappait le trop plein de la matière incandescente. Mais comment expliquer ce trop plein? N'admettez-vous pas que la surface solidifiée s'est moulée sur la partie restée à l'état de fluidité ignée, et que de plus c'est cette surface qui seule, jusqu'à ce jour, a empêché le foyer central de perdre son calorique? Pour qu'il y eût un trop plein, il faudrait donc que le foyer central acquît une chaleur plus grande que celle qu'il possédait au moment de la formation de l'écorce, une chaleur capable de le dilater. Or, d'où lui viendrait cet accroissement de chaleur? Ou bien, d'où reçoit-il les aliments qui peuvent le forcer à briser son enveloppe pour se faire jour au dehors?

Pressé par cette objection, on a répondu en supposant que, par l'effet de la rétraction opérée dans l'enveloppe solide par le refroidissement, la masse fluide interne est soumise à une pression croissante et est en définitive obligée de s'épancher au dehors, en rompant en quelque point les barrières qui la serrent et la tiennent enfermée. On a calculé qu'une contraction de l'écorce du globe, capable de réduire le rayon terrestre seulement d'un millimètre, suffirait pour fournir la matière nécessaire aux épanchements de cinq cents éruptions volcaniques.

A cette hypothèse, il y a une objection de fait, c'est-à-dire fondée sur l'observation. S'il était vrai que les effets volcaniques fussent dus à la pression qu'exerce sur la masse fluide l'enveloppe solide, en se contractant sous l'influence du refroidissement, il arriverait que les éruptions volcaniques seraient continues, que les volcans seraient partout et toujours en activité. Or, les éruptions sont, en tous lieux, des exceptions passagères qui succèdent à des périodes plus ou moins longues de repos. On ne comprend pas, dans cette théorie, comment il peut y avoir des tremblements de terre, ni d'où viennent les gaz et les vapeurs aqueuses, hydrochloriques, etc., qu'émettent le plus grand nombre des volcans, et même les immenses volumes d'eau qu'ils rejettent quelquefois. Il ne peut en effet exister aucune substance semblable dans la partie de la terre en ignition, d'où ces substances, beaucoup plus légères que le fluide minéral, ont dû être chassées longtemps avant que la température fût sensiblement diminuée. Enfin le feu central n'explique point pourquoi, sur 205 volcans en activité, 107 sont dans des îles et 98 sur des continents, à des distances toujours peu considérables de la mer. Une circonstance de position aussi remarquable ne peut être raisonnablement considérée comme indifférente : elle est certainement motivée par une cause naturelle et aussi générale qu'elle-même.

Si maintenant nous passons à la discussion d'un autre ordre de phénomènes, nous voulons parler de la théorie sur la formation des montagnes, nous trouverons matière à une nouvelle série d'objections. L'auteur de cette théorie, M. Elie de Beaumont, contrairement à la théorie précédemment énoncée, suppose que l'écorce du globe ne se contracte ni ne se resserre par l'effet du refroidissement. Selon lui, c'est la masse fluide, en contact avec l'enveloppe solide, qui continue à se refroidir et se contracte d'une manière proportionnelle à ce refroidissement. En conséquence le diamètre de la masse centrale va en diminuant, et par suite il se forme des vides intérieurs. Alors l'écorce, manquant

d'appui, fléchit, se ride et prend une forme en quelque sorte ondulée. Il distingue deux espèces d actions, la flexion lente et la rupture instantanée, d'où résultent deux effets différents : tantôt l'écorce solide se plisse et se ride; tantôt elle se fracture assez largement pour permettre l'épanchement du fluide incandescent intérieur. De là deux espèces de montagnes et de vallées, celles qui sont produites par les rides et les plissements, et celles qui sont formées par les épanchements de matières à l'état fluide; de là les volcans et les filons.

utre l'objection générale que nous ferons valoir plus loin contre l'état de fluidité incandescente de l'intérieur du globe, il y a plusieurs objections de détail que l'on peut opposer au système que nous venons d'esquisser. Nous ne répéterons pas les observations que nous avons émises plus haut relativement aux phénomènes volcaniques et qui sont applicables ici. Nous nous bornerons à une seule objection, et nous la tirerons des observations géologiques recueillies par les partisans même de cette doctrine. Ces observations nous apprennent en effet que les masses énormes dont on attribue l'apparition à des épanchements, sont sorties du sein du globe à l'état solide. M. Boussingault a remarqué que les trachytes, qui forment la masse principale des Andes, devaient être déjà à l'état de solidité rigide lors de l'exhaussement de ces montagnes; car ils présentent partout des arêtes aiguës et des angles souvent tranchants. M. Élie de Beaumont lui-même a remarqué que le Mont-Rose, pour parvenir à l'exhaussement qu'il possède aujourd'hui, a fracturé et brisé violemment les couches qu'il a soulevées pour se faire place.

Ce n'est point ainsi que se serait comportée une matière fluide. Aussi a-t-on renoncé à admettre que les épanchements des porphyres et des trachytes aient été fluides; on affirme aujourd'hui qu'à leur apparition ils étaient déjà passés à l'état pâteux; de telle sorte qu'ils n'ont pu ni s'étendre en coulées sur le sol, comme ils eussent fait s'ils eussent été fluides, ni acquérir les apparences qui sont le propre des terrains décidément volcaniques (basalte et laves), dont le refroidissement a lieu tout entier dans l'atmosphère. Mais on ne voit pas comment des masses de matière aussi considérables que celles dont il s'agit ont pu passer de l'état de fluidité ignée à celui d'une roche pâteuse, dans le court trajet de 40 à 50 kilom., qu'elles parcouraient rapidement, puisqu'elles sont supposées poussées par une force irrésistible. Loin de perdre de la chaleur, elles auraient dû en acquérir par l'effet du frottement. Si, d'ailleurs, ces matières se fussent présentées à l'état de pâte, elles eussent laissé d'autres traces de leur passage sur les terrains qu'elles ont traversés, que des marques de rupture et de brisement; elles n'eussent point présenté des arêtes aiguës et des angles tranchants; au contraire, elles eussent pris des formes en rapport avec les cavités mêmes qu'elles formaient ou venaient remplir; elles se fussent, en un mot, comportées à la manière des dykes et des culots.

Elles ont donc dû sortir du sein de la terre à un état de solidification que l'on est en droit de croire égal à celui des terrains au milieu desquels elles venaient prendre place. Or, en supposant que l'intérieur de la terre soit à l'état de fluidité ignée, est-il probable, d'après les lois de l'hydrostatique, que ce fluide comprimé ait poussé au dehors des masses solides plutôt que d'y passer lui-même?

Abordons maintenant directement la théorie de la fluidité centrale et ignée du globe, et examinons si elle est scientifiquement admissible.

Suivant cette théorie, le globe présenterait encore aujourd'hui, au delà d'une croûte peu épaisse, un état de fluidité ignée et complète, qui occuperait un peu plus de 126 parties sur les 127 que possède le diamètre terrestre. Pour s'assurer que cette conclusion est scientifiquement inacceptable, il suffit de suivre les phénomènes du refroidissement et d'en soumettre la marche aux lois connues de la physique.

Ce refroidissement a dû commencer sans doute par la surface, au milieu d'un espace dont la température est seulement, selon Fourier, de 50 degrés au-dessous de zéro. Voici donc ce qui sera nécessairement arrivé : chaque fois qu'un groupe quelconque de molécules aura passé, par la perte de son calorique, à l'état de condensation conforme à sa nature, par exemple, la vapeur à l'état d'eau, le gaz à l'état de combinaison, le minéral à l'état solide, etc., chaque fois, ce petit corps, ayant acquis, en raison de son moindre volume, un poids plus considérable, sera descendu rapidement dans les profondeurs de la matière embrasée jusqu'au moment où, ayant pris, dans ce milieu, une nouvelle dose de calorique, il aura remonté à la place qu'il avait occupée d'abord.

Chaque partie de la matière en ignition dut éprouver un grand nombre de fois ces mouvements alternatifs de précipitation et de dissolution; et cette circonstance concourut puissamment sans doute à hâter la déperdition du calorique et à l'équilibrer jusqu'à un certain point dans la masse entière. Tels durent être les phénomènes du refroidissement, tant ceux qui se passaient dans une atmosphère d'air, de gaz et d'eau en vapeur, que ceux qui s'accomplissaient dans les masses fluidifiées. Pour ces derniers, en effet, si la fluidité de la matière offrait un obstacle plus considérable à la précipitation des masses refroidies et cristallisées, la force qui les attirait en bas était aussi plus grande. Si elles étaient moins soumises au mouvement centrifuge, elles obéissaient davantage au mouvement centripète. La masse minérale fluide dut, en conséquence, subir ce mouvement alternatif de précipitation et d'exhaussement, cette sorte de bouillonnement dont nous avons parlé, dans la durée du temps

même ou des événements semblables avaient lieu dans l'atmosphère.

L'effet de ce mouvement alternatif dut être pareil dans les deux cas. En définitive, pour les minéraux, il dut avoir ce résultat, que les matières descendant vers le centre, à mesure qu'elles se refroidissaient à la surface, elles ne cessèrent de remonter qu'à l'instant où, en raison de la capacité spéciale de chaque genre de corps pour le calorique, elles ne trouvèrent plus dans ce centre une quantité de calorique suffisante pour les fondre de nouveau. C'est seulement alors que commença l'œuvre de la cristallisation (329).

Ainsi, en suivant le phénomène du refroidissement du globe supposé d'abord fluide, mais en donnant à la force d'attraction et à la force centrifuge les rôles qu'elles durent avoir, nous trouvons que les parties les plus solides du globe doivent être celles qui en occupent les profondeurs; nous trouvons que le centre de la terre, au lieu d'être fluide, est cristallisé.

Si, d'un autre côté, nous tenons compte des phénomènes généraux d'attraction qui ont dû se passer alors comme ils se passent aujourd'hui, on ne peut mettre en doute que la masse fluide du globe ne fût, comme les mers de nos jours, sujette à des marées. Ces marées n'étant gênées par aucun obstacle, ne devaient pas s'élever plus haut que celles qui ont lieu dans les mers complétement libres, ainsi que la mer Pacifique. Ces marées atteignaient donc une élévation de deux à trois mètres, élévation considérable et suffisante pour rompre en morceaux une couche solidifiée qui eût été déjà fort épaisse. Qu'on en juge par l'action qu'elles exercent sur les glaces polaires, quoique celles-ci, par l'effet de leur légèreté spécifique et de leur séparation, résistent infiniment moins à la puissance du flux et du reflux. En outre, ne devait-il pas y avoir, dans cette mer de feu, des courants, qui, à eux seuls, eussent été suffisants pour briser la mince écorce qui aurait voulu se produire?

De l'étude du refroidissement de la terre s'opérant selon les lois physiques actuelles, nous avons été amenés à conclure que le centre du globe est plus solide que son écorce. Cette conséquence est conforme aux calculs astronomiques. Clairaut a démontré que la masse du globe n'est pas d'une densité homogène, que cette densité croît de la surface au centre. Le savant astronome Laplace a dit : « La précession des équinoxes et la nutation de l'axe terrestre indiquent une diminution dans la densité des couches du sphéroïde terrestre, depuis le centre jusqu'à la surface... Les principes de l'hydrostatique exigent que, si la terre a été primitivement fluide, les parties voisines du centre soient en même temps les plus denses. »

Les résultats obtenus par les physiciens, relativement à la densité du globe, ne varient que de sept centièmes; aussi M. d'Aubuisson s'est-il cru autorisé à en conclure que « la densité moyenne du globe terrestre est environ cinq fois plus grande que celle de l'eau, et, par conséquent, presque double de celle de l'écorce minérale du globe (330). »

Voilà donc ce que constatent de la manière la plus positive et sous une forme nullement hypothétique, l'astronomie et la physique : c'est que les parties internes du globe sont plus denses et plus pesantes que son écorce. Or, s'il n'y avait, comme on l'a dit, au-dessous ce cette mince enveloppe qu'une masse fluide, incandescente, soumise en certains points, à une chaleur égale à 250,000 degrés centigrades, n'en présentant nulle part moins de mille à deux mille, et occupant en outre 125 parties du diamètre terrestre sur 127, il serait impossible que cette portion moyenne du globe fût plus dense que la surface. Il faut donc renoncer à la théorie dont nous faisons ici la critique sous peine de nier les lois les plus incontestables de deux sciences depuis longtemps positives. — *Voy.* Terre.

FLORE FOSSILE.— Les végétaux actuels, contemporains de l'espèce humaine, ont été précédés à la surface de la terre par d'autres végétaux dont on retrouve des traces nombreuses dans certaines roches ou ter-

(329) Un célèbre physicien anglais, le professeur Daniell, dans les expériences qu'il a faites pour déterminer la chaleur de certains corps à leur point de fusion, a trouvé constamment qu'on ne pauvait élever la température d'un grand creuset contenant du fer, de l'or ou de l'argent fondu, d'un seul degré au-dessus du point de fusion de ces divers métaux, tant qu'une barre de l'un d'eux était plongée dans les portions à l'état liquide. Il en était de même à l'égard de diverses autres substances : quelque considérables que fussent les quantités de matière en fusion, leur chaleur ne pouvait être augmentée tant que quelques parties solides, plongeant dans les parties liquides, n'étaient point fondues, chaque nouvelle quantité de chaleur se trouvant instantanément absorbée pendant leur liquéfaction. On savait déjà qu'aussi longtemps qu'un fragment de glace reste dans l'eau, on ne peut élever la température de ce liquide au-dessus du 0° centigrade.

Si donc la chaleur du centre de la terre s'élève, ainsi qu'on l'a calculé, à 250,000° centigrades, ou a plus de 160 fois la chaleur du fer fondu, suivant le pyromètre perfectionné, il est évident que les parties supérieures de la mase fluide ne pourront se maintenir pendant longtemps à une température égale seulement à celle que réclame la fusion des roches. Une tendance continuelle à un état uniforme de chaleur devra se manifester, et jusqu'à ce que cet équilibre soit établi par le mélange des parties liquides, douées de densités différentes, la surface ne pourra commencer à se solidifier.

(330) Ici toutefois une question intéressante se trouve soulevée à l'égard de la forme que les matériaux, soit liquides, soit solides, prendraient, s'ils étaient soumis à l'énorme pression qui doit s'exercer au centre de la terre. L'eau, si elle continuait à diminuer de volume suivant le degré de compressibilité que l'expérience a indiqué, doublerait de densité à la profondeur de 34 lieues, et serait aussi pesante que le mercure à celle de 131 lieues. Le docteur Young a calculé qu'au centre de la terre l'acier serait réduit au quart de son volume et la pierre au huitième du sien. (Mrs Sommervilles *Connexion of the physical sciences*, p. 90.)

res, en particulier dans les mines de houille.

Ce fait, de la plus haute importance pour les géologues, doit aussi être étudié par les botanistes, car il appartient à l'histoire du règne végétal, et la détermination des fossiles végétaux, sur l'exactitude de laquelle reposent toutes les conséquences que l'on peut en tirer, est une question purement du ressort des botanistes.

Les pétrifications animales ont été remarquées de tout temps, mais ce n'est que depuis le siècle dernier que les fossiles végétaux ont attiré sérieusement l'attention des savants, probablement parce que les organes des plantes, n'étant pas aussi solides que les os et les coquilles, se sont moins bien conservés dans les entrailles de la terre.

Antoine de Jussieu (331) fut un des premiers à reconnaître la différence qui existe entre les végétaux fossiles des mines de houille et ceux qui croissent aujourd'hui dans les mêmes pays. Il remarqua aussi l'analogie inattendue qu'ils présentent avec ceux des climats équatoriaux. Divers mémoires furent publiés dès cette époque sur ce sujet intéressant, et Scheuchzer donna dans un ouvrage spécial (*Herbarium diluvianum*) des figures assez exactes de divers fossiles végétaux. Mais cette branche de la science ne pouvait faire de progrès réels que lorsque la géognosie et la botanique en auraient fait elles-mêmes. Il fallait que l'esprit d'observation eût placé la géologie sur ses vraies bases; que la botanique ne fût plus régie par des systèmes artificiels, qui rendent difficiles les comparaisons entre des êtres analogues; que la majorité au moins des espèces actuellement existantes fût connue; et que celles des pays chauds surtout eussent été étudiées.

Au commencement de ce siècle on put déjà s'en occuper utilement, et dès lors un grand nombre d'écrits ont paru sur ce sujet.

En 1804, M. de Schlotheim (332) donna des figures plus parfaites que celles de ses prédécesseurs, des descriptions plus détaillées, et des comparaisons souvent heureuses avec les espèces actuelles. La nomenclature des plantes fossiles qu'il décrivai laissait cependant à désirer.

En 1820, commencèrent les publications de M. le comte de Sternberg (333), qui font époque dans cette partie de la science. Dès lors un grand nombre d'ouvrages et de mémoires, contenus surtout dans les collections académiques, ont ajouté chaque année aux connaissances des géologues et des botanistes. Un grand nombre de mines de houille ont été examinées sous ce point de vue, surtout en France, en Allemagne, en Angleterre et en Suède (334), ce qui a permis d'établir des comparaisons intéressantes entre des végétations contemporaines éloignées.

En 1828, M. Adolphe Brongniart entreprit la tâche de rapprocher les documents épars publiés par un si grand nombre de savants. Dans son *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles* (335), il a réuni avec un soin scrupuleux les faits alors connus, et grâces à cette clarté de rédaction, dont il a souvent donné des preuves, il a attiré l'attention de tous les hommes intruits sur les conséquences de l'étude des fossiles végétaux. Il considère ceux-ci d'abord sous le point de vue botanique, ensuite sous le point de vue géologique. Dans la première partie il indique comment on compare les fossiles végétaux avec les plantes actuelles, comment il convient de les nommer, de les classer; enfin il passe en revue toutes les familles, genres et espèces de végétaux fossiles alors connus, et mentionne leur gisement, qui indique à la fois leur époque d'existence et leur habitation sur l'ancienne surface du globe. Dans la seconde partie, il examine les fossiles trouvés dans chaque couche de terrain en divers endroits; il donne la proportion des grandes classes de végétaux dans chacune de ces couches; et il termine par des conclusions curieuses sur l'état de la surface terrestre, aux époques indiquées par la position relative des couches.

Le Prodrome de M. Ad. Brongniart est devenu la base de tout travail sur les fossiles végétaux. Dès lors il a continué lui-même à publier de nouvelles descriptions de végétaux fossiles (336). En Angleterre, MM. Lindley et W. Hutton, qui réunissent à un haut degré les connaissances botaniques et géologiques nécessaires, ont entrepris en commun, une *flore fossile* de la Grande-Bretagne, comprenant les figures et les descriptions des végétaux trouvés à l'état fossile dans ce pays (337). En partant le plus souvent des mêmes idées que M. A. Brongniart, ces deux savants diffèrent quelquefois d'opinion, et se livrent alors à des recherches du plus grand intérêt. Au moyen de ces ouvrages tout récents, on peut se faire une idée assez complète de l'état de cette partie de la science.

ARTICLE PREMIER

Les parties délicates et minutieuses de l'organisation végétale n ont pas pu se conserver intactes dans des couches de terrain solidifié; aussi est-on obligé de se borner dans l'examen des fossiles végétaux à la comparaison des organes volumineux, comme la tige, les feuilles et quelques fruits. Les plantes à l'état de germination, les

(331) *Mém. de l'acad. des sciences*, 1718.

(332) *Beschreibung merkwürdiger Kräuterabdrücke und Pflanzen Versteinerungen*, Gotha, 1804.

(333) *Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt*, 4 *fasc.*, in-folio., Leipsick, 1820-26, ouvrage traduit en français par M. le comte de Bray.

(334) Nilson, dans *Mém. de l'acad. des scienc. de Stockholm*; 1824.— Agardh, ibid.

(335) In-8°, Paris, 1828.

(336) *Hist. des vég. foss.*, in-4°, paraissant par livraisons.

(337) *Fossile Flora*, in-8°; Londres; journal trimestriel, qui continue depuis 1831.

fleurs et la plupart des fruits ou graines, ne se retrouvent pas. Les espèces les plus herbacées, les plantes analogues aux conferves, aux champignons, aux lichens, s'il en existait, peuvent également avoir disparu, ou se retrouver dans un état plus ou moins altéré.

Les tiges ligneuses ont été changées en pierre, par suite d'un substitution graduelle de molécules solides aux molécules qui constituaient le bois ou l'écorce. La forme n'est point altérée. Les feuilles se distinguent plutôt sous forme d'empreinte ; elles se détachent en noir ou en gris sur les fragments de pierre.

Pour comparer utilement ces vestiges aux espèces actuellement vivantes, il faut choisir pour ces dernières des échantillons des mêmes organes, par conséquent des tiges et des feuilles. L'arrangement des couches ligneuses des dicotylédones, celui des fibres des monocotylédones, se reconnaissent bien dans les fossiles, si on rapproche les échantillons pétrifiés de fragments de ces deux catégories de tiges. Ceci fait sentir l'utilité des collections de bois dans lesquelles l'écorce et le corps ligneux ne sont point dénaturés, et où une nomenclature certaine peut offrir des termes de comparaison La texture du bois, vue à la loupe, et manifestée plus clairement en faisant polir les surfaces, est aussi un bon moyen de reconnaître l'analogie d'un fossile avec l'une des classes de végétaux vivants.

Avec des procédés de ce genre, il est rare que l'on ne découvre pas une certaine ressemblance, qui permet de rapporter le fossile à une famille existante. Quelquefois un grand nombre d'espèces se rapportent à des formes aujourd'hui très-rares.

Dans l'origine on leur donnait quelquefois des noms dont la terminaison en *lithis* indiquait l'état de fossile, et il est peut-être à regretter que cet usage n'ait pas été suivi, pour éviter les équivoques entre des genres fossiles et vivants. Aujourd'hui on se contente de faire des noms de genres et d'espèces à peu près comme pour les plantes vivantes, et on les rapporte avec ou sans hésitation aux grandes classes et aux familles existantes. Ainsi *lepidodendron insigne* est une espèce d'un genre fossile de la famille des lycopodiacées; *equisetum columnare* est une espèce fossile du genre vivant *equisetum*. Dans ce dernier cas il convient d'ajouter au nom spécifique l'épithète *fossile* ou un signe quelconque.

Lorsque l'analogie avec un genre existant est reconnue, mais que l'on ne sait pas, vu l'absence des organes de la fructification, si l'espèce fossile appartenait réellement au même genre ou à un genre voisin, on se sert de la terminaison *ites* ajoutée au nom du genre vivant. Ainsi *zamites* est un genre fossile analogue au *zamia*. *lycopodites* au *lycopodium*, etc. Si cela était nécessaire, on pourrait adopter des familles analogues aux familles existantes ; avec une terminaison de la même nature, comme *filicitinées* pour une famille analogue aux fougères.

Les fossiles végétaux se classent ou suivant l'époque de leur existence, ou selon leurs caractères botaniques.

Le premier point de vue est sans contredit le plus important. Les végétaux que l'on trouve enfouis dans une même couche ont dû vivre sous les mêmes conditions, et présenter un certain ensemble, comme les espèces qui coexistent maintenant. Il faut donc les comparer entre elles avant de les rapprocher de végétaux d'une autre époque. Les classifications botaniques doivent donc être subordonnées, pour les fossiles, aux classifications géologiques

Quant aux couches dont la superposition à des époques successives a formé graduellement la croûte de notre globe, on sait que les géologues ne sont pas d'accord sur la meilleure manière de les classer. Souvent ils partent de caractères tirés de la nature des fossiles; mais pour étudier la répartition des corps fossiles eux-mêmes, il faut au contraire ne s'appuyer que sur les distinctions minéralogiques.

M. Ad. Brongniart (338) énumère quatorze *formations* géologiques contenant des traces de végétaux.

Une formation se compose de plusieurs couches, présentant des caratères communs, qui semblent indiquer une origine ou un mode de formation analogue. C'est le cas des couches de houille, de celles de craie, etc. Chaque formation répond à une certaine *époque*. Toutes ces formations, qui ont suivi les terrains primitifs, où il n'existe aucune trace d'êtres organisés, sont classées par M. Brongniart en quatre grandes catégories, répondant à des *périodes* très-longues.

ARTICLE SECOND.

PREMIÈRE PÉRIODE DES ÊTRES ORGANISÉS.

Premiere époque.—Schistes et calcaires inférieurs à la houille (339).—Cette formation, si riche en madrépores et animaux des classes inférieures, est pauvre en végétaux fossiles. M. Ad. Brongniart n'en connaissait, en 1828, que treize espèces.

Ce sont uniquement des cryptogames, plus une espèce dont la classe botanique est douteuse. On remarque 4 algues (plantes marines) d'un genre appelé *fucoides*, et , en fait de plantes terrestres, 2 équisétacées d'un genre *calamites*, 3 fougères et plusieurs lycopodiacées, la plupart en mauvais état.

Toutes ces espèces sont différentes de celles qui existent aujourd'hui. Quelques-unes se retrouvent dans la formation suivante.

Deuxième époque.— Houille.— La houille, dont les gisements sont si bien connus à

(338) *Ann. des sc. nat.*, nov. 1828, p. 5; et *Prod. des vég. fossiles*, 1828, à la fin.

(339) Nous suivons ici la classification des terrains adoptée par M. Ad. Brongniart dans son *Hist. des vég. foss.*

cause de leur utilité, se compose uniquement de débris de végétaux transformés en matières charbonneuses. Dans les couches les plus épaisses, on trouve des troncs d'arbres encore verticaux.

Ce qui est remarquable dans cette formation, ce n'est pas seulement le grand nombre des espèces, dont M. Ad. Brongniart énumère 258 connues déjà en 1828, mais surtout le petit nombre de familles auxquelles appartiennent ces espèces, et la proportion des grandes classes, extrêmement différente de celle qui existe aujourd'hui dans les mêmes régions.

La classe des æthéogames (fougères, marsiléacées, équisétacées, lycopodiacées) dominait dans une proportion très-extraordinaire. Elle formait à elle seule les 2/3 ou les 5/6 de la végétation, tandis que maintenant elle ne s'élève guère qu'au 30e. La plupart étaient arborescentes, analogues aux fougères en arbre des pays tropicaux actuels. Plusieurs prêles (*equisetum*) en arbre donnaient au paysage un aspect singulièrement éloigné de tout ce que nous connaissons aujourd'hui. Les autres cryptogames manquaient complétement à cette époque, ainsi que les plantes marines, ou du moins elles étaient fort rares, car on n'en a pas encore découvert. Il existait à peine 1/14 de monocotylédones, parmi lesquelles on remarque trois palmiers et quelques graminées. On sait que cette classe forme aujourd'hui la 6e partie des végétaux. Quant aux dicotylédones, dont le nombre est si remarquable dans notre époque, il est douteux que la formation dont il s'agit en possédât plus d'un tiers. M. Ad. Brongniart en indique 21 comme douteuses, mais M. Lindley (340) s'efforce de démontrer que les genres *sigillaria* et *stigmaria*, rapportés aux æthéogames par M. Brongniart, sont des dicotylédones analogues aux apocinées, euphorbiacées et cactées. Il y a 49 espèces de ces deux genres, parmi les 258 énumérées dans le Prodrome des végétaux fossiles, ce qui, avec les 21 douteuses, ferait seulement 70 espèces dicotylédones

Avec cette modification, et en partant des quatre grandes classes adoptées par M. de Candolle (341), la flore des mines de houille se composerait comme suit, d'après les espèces connues en 1828.

CRYPTOGAMES.

			Proportion sur 100 espèces.
Amphigames,		0	0
Æthéogames,	équisétacées,	14	
—	fougères,	89	
—	marsiléacées,	7	170 66
—	lycopodiacées,	60	

PHANÉROGAMES.

Monocotylédones,	palmiers,	3	
—	cannées;	1	18 7
—	indéterminées,	14	
	A reporter.	188	73

(340) *Fossil Flora.*
(341) *Bibl. univ.*, 1833, vol. III, p. 259.

	Report.	188	73
Dicotylédones,	sigillaria,	41	
—	stigmaria,	8	49 19
—	douteuses,	21	8
	Nombre total.	258	100

Sans doute des recherches ultérieures modifieront ces proportions, mais il n'est pas probable qu'elles ôtent à cette époque ses principaux caractères : *la prédominance des æthéogames ligneuses*, et *la taille gigantesque de ces espèces*, relativement à celles qui existent aujourd'hui.

La découverte la plus remarquable qui se soit faite dans les fossiles des mines de houille depuis le travail de M. Brongniart, c'est celle de quelques conifères (342), famille qui joue un grand rôle dans les époques subséquentes, et qui, sous le point de vue botanique, est, parmi les dicotylédones, une de celles qui approchent le plus des æthéogames.

Troisième époque. — Calcaire pénéen et schistes bitumineux. — Cette formation est pauvre en fossiles des deux règnes. Les schistes de Mansfeld et les couches houillères de Hoganes, en Scanie, que les géologues rapprochent des schistes, ont présenté à M. Ad. Brongniart seulement 8 espèces reconnaissables.

Elles sont toutes marines. Sept d'entre elles constituent le genre *fucoides;* une appartient aux naïades.

DEUXIÈME PÉRIODE.

Quatrième époque.—Grès bigarré.—M. Ad. Brongniart ne cite que 19 espèces de cette formation trouvées principalement à Soultz-les-Bains. Leur découverte est due, en grande partie, à M. Voltz, ingénieur des mines à Strasbourg. Elles se classent comme suit :

CRYPTOGAMES.

			Sur 100 espèces.
Amphigames,		0	0
Æthéogames,	équisétacées,	3	
—	fougères,	6	9 48

PHANÉROGAMES.

Monocotylédones,	5	26
Dicotylédones,	5	26
Total.	9	100.

Autant qu'on peut juger des proportions par des chiffres aussi faibles, il paraît que le nombre des phanérogames dépassait celui des cryptogames, tandis que c'était l'inverse dans les formations antérieures.

Les genres sont extrêmement différents de ceux de la houille. A peine y en a-t-il un de commun, et certainement aucune espèce n'est semblable. Elles sont toutes terrestres.

Cinquième époque. — Calcaire conchylien. — Cette formation, dit M. Ad. Brongniart, qui paraît presque entièrement marine, n'a offert, jusqu'à présent, que des fragments qu'on ne peut considérer que comme des

342) *Fossil Flora*

traces de la végétation qui couvrait probablement alors quelques points de la terre, mais dont les débris plus nombreux n'auraient été enfouis que lors de la formation des couches arénacées ou argilleuses qui recouvrent ce calcaire.

Les mieux caractérisés de ces débris sont une fougère et une cycadée, découverte près de Lunéville par M. Gaillardot. Il y a aussi quelques fucus.

TROISIÈME PÉRIODE.

Sixième époque. — Keuper, marnes irrisées et lias. — La prédominance des cycadées est le trait caractéristique de cette époque, car sur 22 espèces reconnaissables, elles constituent la moitié. Il n'y a point d'autres dicotylédones, une seule monocotylédone et dix œthéogames. Aucune plante aquatique.

Septième époque. — Formation jurassique. — M. Ad. Brongniart comprend sous ce nom la série des couches oolithiques des géologues anglais et quelques-unes des couches qui les séparent de la craie, comme les sables ferrugineux et le grès de la forêt de Tilgate. Le grès vert (*green sand*) en est exclu.

Le Jura n'a fourni qu'une seule espèce à l'énumération faite en 1828. La plupart sont de Whitby, Portland et Stonesfield, en Angleterre.

Sur 51 espèces énumérées par M. Ad. Brongniart en 1828, d'après un grand nombre de géologues, il y a trois espèces marines.

Le nombre des cycadées est très-remarquable. Il y en a 17, dont 11 du genre *zamia* actuellement vivant, c'est-à-dire que cette famille, qui forme à peine un millième de la végétation actuelle et qui croît seulement près de l'équateur, formait alors la moitié de la végétation européenne. On remarque aussi dans cette flore six conifères, deux liliacées, et, comme dans toutes les époques précédentes, beaucoup de fougères.

La proportion des grandes classes est donc :

	Sur 100 espèces.	
CRYPTOGAMES.		
Amphigames (algues),	3	6
Æthéogames (dont 21 fougères),	23	45
PHANÉROGAMES.		
Monocotylédones (liliacées),	2	4
Dicotylédones (cycadées et conif.),	23	45
Total.	51	100

es espèces de fougères sont fort différentes de celles des autres formations.

Huitième époque. — Formation crétacée. — M. Ad. Brongniart réunit dans ce parapraphe les fossiles de la craie proprement dite, et de la glauconie sablonneuse ou sable vert (*green sand* des Anglais), qui lui sert de base.

Les végétaux connus en 1828, dans cette formation, sont des plantes marines au nombre de 17, plus une plante terrestre (cycadée) de la craie inférieure de Scanie. La plupart proviennent de l'île d'Aix, près de La Rochelle, de la montagne des Voirons, près de Genève, etc.

On peut présumer que la seule espèce terrestre découverte jusqu'à présent croissait sur la limite de deux formations, ou sur le bord d'un vaste océan qui recouvrait alors une grande partie de l'Europe.

Les 17 espèces marines se composent de 2 conferves, 11 algues, 4 naïades (genre *zosterites*) ; il y a donc

	Sur 100 espèces.	
CRYPTOGAMES.		
Amphigames,	13	72
Æthéogames,	0	0
PHANÉROGAMES.		
Monocotylédones,	4	22
Dicotylédones,	1	6
Total.	18	100

QUATRIÈME PÉRIODE.

Neuvième époque. — Formation marno-charbonneuse. — Cette formation comprend l'argile plastique, les psammites mollasses et les dépôts de lignites qui les accompagnent souvent.

Les débris végétaux en sont rarement reconnaissables, soit à cause de leur nature fragile, soit qu'ils aient été broyés dans un grand bouleversement du globe. Les lignites, en particulier, offrent tantôt une réunion de végétaux dans leur position verticale naturelle, tantôt un amas de fragments de bois, de feuilles et de fruits divers, comme les courants et les fleuves en accumulent aujourd'hui dans certaines localités.

La nature de ces végétaux est toute différente de celle des couches antérieures à la craie. Ce sont des dicotylédones dont le nombre considérable est attesté par des fruits détachés de la tige, plusieurs palmiers et quelques fougères ; aucune plante marine.

On a reconnu un érable, un noyer, un saule, un ormeau, des cocos, des pins et d'autres espèces qui peuvent se rapporter aux genres existants. Il y a beaucoup de conifères, mais aucune cycadée. Cette végétation ressemblait beaucoup à celle qui nous entoure aujourd'hui.

Les proportions ne peuvent pas être données. Il suffit de constater la prédominance des dicotylédones.

Dixième époque. — Calcaire grossier. — Cette formation d'origine marine a été bien observée près de Paris et au Monte-Bolca. Elle offre beaucoup d'algues et quelques plantes terrestres de diverses classes, qui paraissent avoir été entraînées des terres voisines dans l'Océan. Elles diffèrent peu des espèces terrestres de la précédente formation. On remarque plusieurs dicotylédones du genre *phyllites*.

Onzième époque.— Formation lacustre palæothérienne.— La présence des mammifères appelés *palæotherium* a déterminé le nom de

cette formation, où l'on trouve, soit à Aix en Provence, soit à Paris et ailleurs, quelques fossiles végétaux.

Ils sont analogues aux lignites quant aux genres, mais les espèces diffèrent.

Tous sont terrestres.

Sur dix-sept espèces énumérées par M. A. Brongniart, on remarque une mousse, un *equisetum*, une fougère, deux *chara*, une liliacée, un palmier, deux conifères, et plusieurs amentacées.

Douzième époque. — Formation marine supérieure. — Un très-petit nombre de fossiles végétaux ont été trouvés à l'état de débris dans ces couches, qui composent certaines collines subapennines. On remarque une noix très-commune à la Morra, près Turin (*juglans nux-taurinensis*). Elle est toujours détachée de la plante, et sans doute elle flottait dans les eaux voisines de quelque terre.

Treizième époque — Formation lacustre supérieure. — Les meulières de Montmorency contiennent cinq ou six plantes fossiles différentes, qui toutes paraissent être des plantes aquatiques, analogues à celles qui croissent encore dans les étangs peu profonds. La fréquence des *chara* et la présence d'un *nymphæa* annoncent un dépôt formé dans les eaux peu profondes.

Quatorzième époque. — Formation contemporaine des végétaux actuels. — Les couches de tourbe se forment sous nos yeux, et contiennent uniquement des débris d'espèces végétales qui vivent encore dans les mêmes régions. En Ecosse, où ce genre de formation s'opère assez rapidement, M. Lyell a remarqué des graines de *chara* conservées dans de la tourbe, exactement comme dans certaines formations antérieures. Les lignites n'étaient que des tourbières d'une époque beaucoup plus ancienne.

Le point de transition entre les tourbières et les couches antédiluviennes est d'une haute importance pour l'histoire naturelle, puisque c'est là que se trouve le passage des espèces actuelles aux formes antérieures.

ARTICLE TROISIÈME.

Rapport entre les végétaux des régions diverses à chaque époque.

Il est naturel de se demander si, à chaque époque géologique, les mêmes espèces, genres et familles, existaient simultanément et uniformément en tous pays, ou s'il y avait comme à présent des formes de plantes spéciales à certaines régions, des groupes naturels limités à de petites étendues de pays, et d'autres répandus au contraire sur des espaces immenses.

Pour répondre à ces questions, il faudrait d'abord que les géologues fussent bien certains que les couches semblables ou analogues, situées dans des pays très-distants, ont constitué aux mêmes époques la surface de notre globe. La circonstance que certaines couches de même nature sont superposées semblablement, en Amérique et en Europe par exemple, est bien une probabilité qu'elles ont été formées en même temps et de la même manière. Quand elles contiennent les mêmes espèces fossiles, les géologues en tirent une nouvelle preuve d'identité; mais le naturaliste qui se demande au contraire si les espèces étaient semblables dans des couches contemporaines ou successives, ne peut pas employer ce genre de preuve sans tourner dans un cercle vicieux.

Une autre difficulté résulte de ce que les fossiles végétaux ont été examinés dans un petit nombre de pays seulement, et d'une manière encore très-incomplète. Ainsi, on ne peut rien conclure, quant à la distribution géographique, des plantes du terrain de transition, puisque l'on ne connaît que quatorze espèces de cette époque, dont treize recueillies en Europe et une seule dans l'Amérique septentrionale. Il faut évidemment ne comparer sous ce point de vue que les époques dont on connaît beaucoup d'espèces recueillies dans des pays éloignés.

Les deux cent cinquante-huit espèces de la formation houillière énumérées par M. Ad. Brongniart sont intéressantes à comparer sous ce point de vue, parce qu'elles ont été recueillies en Europe, dans l'Amérique septentrionale, la Nouvelle-Hollande et l'Inde.

En jetant un coup d'œil sur le tableau de M. Ad. Brongniart et sur la flore fossile d'Angleterre, on voit aussitôt que les mines de houille de divers points de l'Europe, notamment de Saint-Etienne, du nord de l'Angleterre, de Belgique et de Bohême, ont très-souvent offert les mêmes espèces fossiles. Ceci n'a rien de surprenant, puisque les flores actuelles de tous ces pays sont extrêmement semblables. Mais ce qui est digne de remarque, c'est que sur vingt-trois espèces des mines de houille de l'Amérique septentrionale, quatorze ont aussi été trouvées en Europe. Une telle proportion, certainement plus forte que dans les plantes actuelles de ces deux régions, atteste une similitude assez grande. Ces deux parties du monde n'étaient peut-être pas séparées à cette époque, ou bien il existait des îles intermédiaires. Sur trois espèces de la Nouvelle-Hollande, une a été aussi trouvée dans la mine de houille de Rajmahl dans l'Inde. De cette dernière origine, M. Ad. Brongniart ne connaissait, en 1828, que deux espèces, dont l'une (fougère) est l'espèce commune avec la Nouvelle-Hollande, et l'autre constitue un genre de palmier très-distinct.

Ces faits semblent attester pour cette époque une plus grande uniformité de végétation à la surface de la terre, que pour l'époque où nous vivons. Non-seulement plusieurs espèces croissaient indifféremment dans des pays très-éloignés, mais encore les proportions des grandes classes étaient assez uniformes. Ainsi, les æthéogames (fougères, lycopodiacées, etc.) dominaient également en Europe, en Amérique et en Australie. Partout elles constituaient environ les deux tiers des espèces.

Comme aujourd'hui, les espèces phanérogames avaient en moyenne une habitation

moins étendue que les cryptogames, car sur neuf phanérogames d'Amérique, quatre (ou 44 pour 100) étaient communes avec l'Europe, tandis que sur quatorze cryptogames, il y en avait onze (soit 78 pour 100).

Les formations suivantes, jusqu'au calcaire jurassique, offrent un trop petit nombre d'espèces de localités différentes pour que l'on puisse en tirer quelque comparaison de ce genre. Dans le terrain jurassique examiné en Allemagne et en France, il est remarquable combien peu des mêmes espèces ont été découvertes en plusieurs localités. Sur cinquante-et-une espèces énumérées par M. Ad. Brongniart, je n'en vois que deux qui soient indiquées à la fois dans deux de ces pays. Il en est de même pour les formations subséquentes; d'où l'on peut conclure que, depuis l'époque de la houille, la diversité des régions contemporaines a été extrêmement sensible.

ARTICLE QUATRIÈME.

Rapports entre les végétaux d'époques et de périodes successives.

Un fait important domine l'histoire des végétaux fossiles, c'est que *la même espèce a été rarement trouvée, d'une manière certaine, dans deux formations différentes, et jamais dans deux formations séparées par une ou plusieurs autres.*

Il paraît que les révolutions du globe, qui ont fait changer subitement, à diverses époques, la nature du sol, ont détruit toutes ou presque toutes les espèces végétales, et qu'après chaque bouleversement de ce genre de nouvelles espèces ont vécu au-dessus du terrain des anciennes. Dans toute l'épaisseur d'une même couche, on trouve peu de variations de la même espèce, et rien n'indique des modifications graduelles de formes, par lesquelles les espèces auraient passé insensiblement d'une formation ou époque à une autre.

Entre les espèces végétales de deux formations successives, il y a souvent des rapports assez frappants. Elles se classent à peu près dans les mêmes genres ou dans les mêmes familles, et la proportion des espèces de chaque grande classe est peu différente. Quelquefois on a trouvé la même espèce dans deux formations superposées et analogues, mais ce sont des cas bien rares. Le Prodrome de M. Ad. Brongniart contient trois espèces communes au terrain de transition et à la houille, quatre communes au lias et au calcaire jurassique, une au calcaire jurassique et à la craie. Ce sont les seuls cas connus d'une manière certaine, et c'est toujours entre des couches subséquentes assez analogues.

De temps en temps on trouve une formation recouverte par une couche d'une nature toute différente, qui d'ordinaire contient un très-petit nombre d'êtres organisés ayant vécu dans de l'eau salée; puis, au-dessus de cette couche, commencent d'autres formations très-différentes, où la proportion des grandes classes de végétaux n'est plus la même, et où les espèces ne sont jamais semblables à celles qui ont précédé. M. Ad. Brongniart est parti de ces faits remarquables pour grouper toutes les formations en quatre grandes périodes. Pendant la durée de chacune de ces périodes, la végétation n'a présenté que des changements graduels et limités. Certaines espèces en ont remplacé d'autres analogues, d'une manière plus ou moins brusque, plus ou moins complète. Au contraire, d'une période à l'autre le passage a été extrêmement sensible sous tous les points de vue : les genres sont rarement les mêmes, la proportion numérique des classes est très-différente, les espèces ne sont jamais identiques.

Ces quatre périodes répondent à quatre grandes catégories de terrains que plusieurs géologues admettent déjà par d'autres considérations.

La première période, depuis les premiers terrains de transition jusqu'à la fin du dépôt de houille, est caractérisée par l'énorme proportion des cryptogames, surtout de ces espèces de fougères, équisétacées et lycopodiacées arborescentes, dont nous pouvons à peine trouver des analogues aujourd'hui, et seulement dans les climats les plus chauds. L'Océan a recouvert cette végétation remarquable, puisque dans le calcaire pénéen on trouve à peine quelques espèces, qui toutes sont marines.

La deuxième période offre une végétation spéciale mal connue. Au grès bigarré, qui contenait un peu plus de phanérogames que de cryptogames, toutes fort différentes de celles de la première période, a succédé une longue inondation salée (terrain conchylien).

Avec la troisième période commence le règne des cycadées, de cette famille anomale que les botanistes ont rejetée alternativement d'une classe à l'autre, et qui paraît en définitive former une division des dicotylédones, voisine des cryptogames. Elle constitue à elle seule la moitié des végétaux de cette période; les vraies cryptogames ne forment d'abord que le tiers, puis jusqu'à la moitié de l'ensemble des espèces; enfin la mer détruit de nouveau cette végétation extraordinaire. L'épaisseur de la couche de craie montre que cette submersion a duré bien des siècles.

Enfin la quatrième période, dans laquelle rentre notre époque, est caractérisée par la prédominance des phanérogames sur les cryptogames, et des dicotylédones parmi les phanérogames. Une inondation salée, suivie de trois d'eau douce, ont bouleversé quatre fois pendant cette période la surface du globe, et détruit à quatre reprises les espèces végétales, avant l'apparition de celles qui existent aujourd'hui. La proportion des dicotylédones est toujours restée considérable; c'est le trait caractéristique du développement actuel du règne végétal, depuis la formation de la craie.

Le tableau suivant présente le résumé de la végétation des quatre périodes. Il est

fondé sur ceux du Prodrome de M. Ad. Brongniart, en plaçant dans les dicotylédones les genres *stigmaria* et *sigillaria*, suivant l'opinion de M. Lindley, et en ramenant les six classes admises par l'auteur aux quatre admises par de Candolle (343)

	1re période.	2e period.	3e period.	4e period
CRYPTOGAMES.				
Amphigames,	4	7	3	13
Æthéogames,	176	8	31	9
PHANÉROGAMES.				
Monocotylédones,	18	5	3	25
Dicotylédones,	52	5	35	117
Nombre total,	250	25	72	164
Soit :				
Cryptogames,	180	15	34	22
Phanérogames,	70	10	38	142
Total,	250	25	72	164

« En présence de ces résultats, il est impossible de ne pas reconnaître avec M. Ad. Brongniart que les végétaux les plus parfaits, c'est-à-dire qui ont les organes les plus nombreux, les plus distincts, ont suivi les moins parfaits; en d'autres termes que le règne végétal, comme le règne animal, a été en se perfectionnant depuis un nombre indéfini de siècles.

« Je sais que les auteurs de la *Flore fossile d'Angleterre* ont rejeté cette théorie (344), mais je ne trouve pas que leurs motifs soient suffisants. La circonstance que l'on n'a pas encore trouvé dans la houille des cryptogames inférieures, telles que les champignons, mousses, etc., n'est pas une objection, car vu la petitesse extrême de ces plantes, elles doivent avoir échappé plus que les autres à toutes les recherches, et ont sans doute été détruites plus complétement dans les révolutions du globe. L'absence ou la petite proportion des monocotylédones herbacées, dans les couches anciennes, en comparaison des palmiers, bananiers, etc., que l'on peut regarder comme plus parfaites, s'explique en partie par les mêmes causes et par la nature des stations : les mines de houille, celles du moins qui valent la peine qu'on les exploite, sont des forêts pétrifiées, et dans nos forêts actuelles on trouve peu de graminées, joncées et plantes analogues. S'il en existait alors, c'est dans les filons très-minces de terrain houiller qu'on pourrait les trouver. Enfin, en admettant, avec M. Lindley, que les *stigmaria* et *sigillaria* soient des dicotylédones, on voit que la prédominance des æthéogames dans la première période n'en subsiste pas moins; elle est seulement moins forte que M. Brongniart ne le supposait.

« Si l'on veut arguer des détails, on peut s'étayer de ce que les premières dicotylédones qui apparaissent appartiennent en grande proportion à ces formes douteuses (cycadées, conifères, et certains genres anomaux) qui ne sont certainement pas des dicotylédones parfaites. Mais, dans des questions aussi générales, quand on possède aussi peu de matériaux, et que l'on a reconnu d'ailleurs que la hiérarchie des familles ne peut pas être constituée rigoureusement sous forme d'échelle ou de série linéaire comme on le voulait autrefois, il vaut mieux se borner, ce me semble, à comparer en gros la proportion des grandes divisions du règne végétal pendant certaines périodes très-étendues.

« Personne ne nie que les phanérogames ne soient plus complétement organisées, plus parfaites aux yeux des naturalistes, que les cryptogames. Quelques transitions de formes, quelques groupes de phanérogames qui peuvent être égaux ou même inférieurs à certains groupes de cryptogames, ne sauraient altérer cette vérité. Or, si l'on compare ces deux grandes divisions du règne végétal, on ne peut se refuser à reconnaître que, pendant les quatre périodes géologiques admises par M. Brongniart, la proportion des phanérogames a toujours été en augmentant.

« Cette loi de perfectionnement existe donc dans le règne végétal, comme dans l'autre. La seule différence me paraît être que les grandes divisions du règne végétal ont toujours eu des représentants, tandis que les vertébrés, par exemple, manquaient tout à fait dans les périodes les plus anciennes. Au surplus, cette différence n'étonne pas, si l'on réfléchit à la distance immense qui sépare les animaux inférieurs des supérieurs, et à l'homogénéité comparative des grandes classes du règne végétal

« Quelques philosophes ont émis l'idée que les êtres organisés fossiles servent de complément aux êtres actuels, en comblant les lacunes qui se remarquent entre certaines classes, et en donnant une symétrie complète au tableau, maintenant irrégulier, des affinités. Cette hypothèse hardie échappe à notre examen; car si la période actuelle est un perfectionnement des êtres organisés antérieurs, on peut avec tout autant de raison, et en s'appuyant d'une probabilité fondée sur ce qui s'est passé, regarder les êtres organisés actuels comme une pierre d'attente pour des perfectionnements ultérieurs. Si ce qui est arrivé maintes fois se répète de nouveau, l'homme et toutes les espèces coexistantes feront place un jour à d'autres espèces, dont quelques-unes seront organisées d'une manière plus complète, et dont l'ensemble sera supérieur à tout ce qui a existé auparavant. Voilà ce que l'analogie

(343) Les cycadées et les conifères sont considérées comme un groupe (gymnospermes) des dicotylédones, qui touche aux monocotylédones et aux æthéogames. Nous réunissons les mousses aux æthéogames. Ces changements modifient très-peu les opinions de M. Brongniart sur le développement du règne végétal.

(344) Introd. au prem. vol.; Lond., 1831. en anglais.

nous indique, et, en pareille matière, les prédictions fondées sur ce qui est déjà arrivé sont sans doute les moins hasardées que l'on puisse faire (345). »

ARTICLE CINQUIEME.

De quelques conséquences de l'étude des fossiles végétaux.

L'étude générale des fossiles a des conséquences importantes pour l'histoire de notre globe. C'est à la géologie de les examiner. Cependant, comme les déductions tirées des fossiles végétaux reposent sur des considérations purement botaniques, je crois nécessaire d'en indiquer ici quelques-unes.

Les conditions physiques dans lesquelles une localité a dû se trouver sont souvent mieux indiquées par les végétaux fossiles que par les animaux. On ne saurait avoir de doute sur l'existence d'une plante dans l'eau douce ou dans l'eau salée, dans un lieu sec ou humide, très-chaud ou tempéré. On en juge facilement par les conditions nécessaires aux plantes de formes analogues, qui existent aujourd'hui.

M. Ad. Brongniart a donné plusieurs de ces inductions avec une sagacité remarquable.

Les æthéogames arborescentes de la première période ont dû vivre dans une atmosphère plus chaude et plus humide que celle des îles aujourd'hui situées même sous l'équateur. On sait que les fougères et lycopodes des pays tempérés et septentrionaux sont toujours de petites plantes, dont la tige rampe ou se cache fréquemment sous terre. Vers l'équateur on trouve des fougères et des lycopodiacées ligneuses. Leur nombre est d'autant plus grand que la région est plus chaude et humide. M. Brongniart conclut de là, avec raison, que les forêts qui composent la houille ont crû probablement sur des îles, à une époque où la température du globe était plus élevée que maintenant. Les îles de l'Ascension et de Sainte-Hélène, où les fougères et plantes analogues forment le tiers ou la moitié du nombre des phanérogames, approchent un peu de cette antique végétation ; seulement les dimensions des espèces sont plus petites.

Les îles ou archipels qui ont formé les bassins de houille étaient entourés d'un océan dont les terrains de transition sont l'indice.

Quelques géologues ont considéré les arbres fossiles des mines de houille comme ayant été transportés de terrains voisins ; ils se sont efforcés de justifier par quelques exemples la position verticale habituelle de ces troncs d'arbres ; mais cette hypothèse est repoussée par d'autres naturalistes. M. Ad. Brongniart défend avec conviction l'idée de Deluc, que les arbres des mines de houille ont été enfouis sur place, et MM. Hutton et Lindley, qui viennent de discuter cette question (346), partagent la même opinion.

Pour expliquer la nature charbonneuse de la houille, M. Ad. Brongniart croit nécessaire de supposer que l'atmosphère contenait alors une proportion de gaz acide carbonique supérieure de beaucoup à celle qui existe maintenant. Comme il devait y avoir peu de terreau, il fallait que les plantes vécussent en absorbant par les feuilles, et en fixant beaucoup de carbone tiré de l'air. M. T. de Saussure a d'ailleurs démontré qu'une proportion de 2, 3, 4 et jusqu'à 8 pour 100 de gaz acide carbonique dans l'air, favorise la végétation. On peut donc expliquer ainsi la taille gigantesque des espèces de la première période. L'existence simultanée de beaucoup de reptiles, et l'absence des mammifères, sont favorables à cette hypothèse ingénieuse. Depuis une époque si reculée, la vie de tant de végétaux et d'autres causes peut-être ont pu réduire de beaucoup le gaz acide carbonique répandu dans l'air, et augmenter l'épaisseur des terrains propres à la végétation des plantes actuelles.

L'auteur de l'Introduction au premier volume de la *Flore fossile d'Angleterre* attire l'attention des savants sur ce singulier fait, que les mines de houille du Canada et de la baie de Baffin contiennent des plantes analogues à celles des autres couches de houille, par conséquent à celles qui vivent aujourd'hui sous l'équateur. Or, la différence de température, relativement au temps présent, peut s'expliquer de diverses manières, en particulier par le refroidissement très-lent, mais continuel, du globe terrestre dans l'espace ; mais M. Lindley remarque, avec raison, que les plantes des pays équatoriaux ont besoin de lumière, et d'une lumière distribuée également, autant que de chaleur. Un très-petit nombre d'espèces végétales peuvent supporter la privation de la lumière pendant quelques mois.

C'est une des causes qui empêchent les espèces des pays tempérés de s'avancer jusqu'au nord et de végéter avec vigueur dans les serres les plus chaudes des pays septentrionaux. Il devait en être de même des plantes fossiles analogues à celles de nos régions équatoriales. Or, comme l'inégalité des jours dépend de la position de la terre relativement au soleil, il faut, pour que des fougères en arbre aient pu vivre là où est le pôle arctique maintenant, que l'inclinaison de la terre sur le plan de l'écliptique ait changé (347).

C'est ainsi que des observations de détail

(345) Alp. DE CANDOLLE, *Introduction à la Botanique*, t. II, p. 243. Le lecteur appréciera ces idées théoriques.

(346) Introduction au deuxième vol. de la *Fossil flora*.

(347) On objectera peut-être que les mathématiciens ont démontré que, dans les conditions actuelles de l'univers, l'axe de la terre ne peut pas avoir changé de position. Mais les fossiles de la houille remontent à une époque où les conditions fondamentales des calculs pouvaient être différentes.

Nous suivons dans cet article les idées théoriques de M. Alp. de Candolle et de plusieurs autres savants, sans les condamner ni les défendre.

conduisent quelquefois à constater des faits de la plus haute importance.

J'ajouterai que des recherches multipliées sur les fossiles végétaux pourront peut-être indiquer par la suite l'emplacement des pôles et de l'équateur à chaque époque géologique. Il suffira de découvrir, malgré l'uniformité apparente des végétaux antédiluviens, dans quelle direction croissaient et décroissaient en nombre les espèces qui exigent le plus de chaleur et la lumière la plus uniforme, dans chaque période géologique.

J'en ai dit assez pour faire comprendre l'intérêt des recherches sur les fossiles végétaux, et la reconnaissance que nous devons aux naturalistes distingués qui, depuis quarante ans, poursuivent ce genre d'étude avec tant de succès.

CONCLUSION

Outre les genres de végétaux fossiles dont nous avons fait mention dans cet article, il y en a plusieurs autres d'une nature encore plus obscure, et dont on n'a retrouvé aucune trace, ni parmi les végétaux actuellement existants, ni dans aucune couche postérieure au groupe carbonifère (348). Plusieurs années s'écouleront encore avant que l'on arrive à saisir complétement les caractères de cette végétation primitive du globe. Les plantes qui ont essentiellement contribué à la formation de la houille, formation si importante et si pleine d'intérêt pour nous, se rapportent principalement aux genres dont nous venons d'essayer d'esquisser l'histoire, les calamites, les fougères, les lycopodiacées, les sigillarias, et les stigmarias; c'est dans les couches carbonifères de l'Europe que ces plantes ont été le plus souvent recueillies, mais on rencontre les mêmes espèces dans les mines de houille du nord de l'Amérique, et on a des raisons de penser que de semblables débris existent dans toutes les formations houillères de la même époque, sous des latitudes très-différentes, et dans des points du globe fort éloignés, comme dans l'Inde, à la Nouvelle-Hollande, dans l'île Melville et dans la baie de Baffin.

Les conséquences les plus importantes que nous puissions déduire de l'état actuel de nos connaissances sur les végétaux auxquels la houille doit son origine, sont les suivantes :

1° Que ces végétaux ont été pour la plupart des cryptogames vasculaires, et surtout des fougères;

2° Que parmi ces cryptogames, les équisétacées atteignaient une taille gigantesque;

3° Que les plantes dicotylédonées, qui constituent les deux tiers à peu près des végétaux actuels, n'occupaient qu'une place peu importante dans la flore de ces périodes reculées (349).

4° Que, bien que plusieurs genres éteints, et même des familles entières, n'aient aucun représentant dans l'état actuel des choses, et que ces groupes aient même entièrement disparu, passé la formation houillère, elles tiennent cependant aux végétaux modernes par les principes généraux de leur structure et par des détails d'organisation qui nous montrent en elles des parties détachées d'un seul et vaste plan rempli d'ensemble et d'harmonie.

Nous terminerons cette étude que nous venons de faire des plantes auxquelles la

(348) Quelques-unes des plus nombreuses parmi ces plantes ont été réunies sous le nom d'astérophylites à cause de la disposition rayonnée de leurs feuilles autour des rameaux.

(349) La considération des rapports numériques dans l'étude de l'ensemble des conditions de la flore de ces périodes reculées a beaucoup perdu de son importance par les résultats auxquels a été conduit le professeur Lindley sur la résistance qu'offrent à la décomposition les plantes immergées dans l'eau. (*Flore fossile*, n° 7, t. III, p. 4.) Ce savant a tenu plongées dans un bassin d'eau douce, pendant plus de deux ans, cent soixante-dix-sept espèces de plantes choisies parmi celles qui représentent dans la création actuelle, soit les espèces qui se montrent constamment dans les mines de houille, soit celles que l'on n'y rencontre jamais; il a trouvé :

1° Que les feuilles et l'écorce de la plupart des plantes dicotylédonées se décomposent complétement en deux années, et que parmi celles où ces parties résistent la plupart appartiennent aux deux familles des conifères et des cycadées.

2° Que les plantes monocotylédonées peuvent résister plus longtemps à l'action décomposante des eaux et surtout les palmiers et les scitaminées; mais que les graminées et les joncs se détruisent complétement.

3° Qu'on voit se détruire de même les champignons, les mousses, et toutes les formes inférieures de végétation.

4° Que les fougères offrent une remarquable persistance lorsqu'elles ont été plongées étant encore à l'état vert; car aucune de celles qui ont été soumises à l'expérience n'a disparu dans le temps en question, mais que leur fructification disparaît complétement.

Bien que ces résultats infirment jusqu'à un certain point la valeur de nos connaissances relativement à la flore *complète* de chacune des périodes consécutives de la chronologie géologique, ils ne modifient en rien ce que nous savons sur le nombre des plantes *résistantes* qui ont contribué à la formation de la houille, non plus que sur les changements qui se sont accomplis dans les proportions relatives et dans les caractères spécifiques des fougères et des autres plantes dans les divers systèmes de végétation qui se sont succédé à la surface du globe.

Nous pouvons ajouter à cela que des troncs et des feuilles de *dicotylédones angiospermes* se sont conservés en abondance dans les formations tertiaires, il ne paraît pas y avoir de motif pour que, s'il eût existé des végétaux de cette tribu pendant que se formaient les terrains des périodes secondaires et de transition, il n'eût pas pu en échapper quelques-uns à la destruction, au milieu des formations sédimentaires de ces époques reculées.

Il est rendu compte dans le *Magasin d'Histoire naturelle* de Londres (janvier 1834, p. 34), de quelques expériences pleines d'intérêt qu'a faites M. Lukis sur la succession de changements de forme qu'éprouvent les parties corticales et internes des tiges de plantes charnues, du *sempervivum arboreum*, par exemple, aux diverses périodes de leur décomposition. Ces expériences expliquent certaines apparences analogues qu'offrent plusieurs plantes fossiles de la formation houillère.

houille nous paraît devoir son origine, par un coup d'œil rapide sur les divers changements qu'a subis dans la nature cette importante production végétale, et sur les services qu'elle rend aux arts et à l'industrie.

Peu de personnes sont au courant des événements merveilleux qui se sont succédé dans l'économie de notre planète: et il en est également peu qui sachent combien les applications combinées de l'industrie et de la science humaine sont subordonnées à la production de la houille, source de chaleur et de lumière pour la métropole de l'Angleterre. L'époque la plus reculée jusqu'où nous puissions remonter vers l'origine de la végétation est celle où elle florissait dans les marais et les forêts du monde primitif, sous les formes gigantesques et majestueuses des calamites, des lépidodendrons et des sigillaires. Arrachées au sol qui les avait vues naître par les tempêtes et les inondations d'un climat chaud et humide, ces plantes furent entraînées dans un lac, dans un golfe, ou dans quelque mer peu éloignée. Là, après avoir flotté à la surface jusqu'à ce que, saturées par l'eau, elles soient tombées au fond, elles y ont été enveloppées par les détritus des terres adjacentes, et, changeant de conditions, elles ont pris place parmi les minéraux. Depuis lors elles sont demeurées longtemps dans leur sépulture, où, soumises à une longue série d'actions chimiques et à de nouvelles combinaisons dans leurs éléments végétaux, elles ont passé à la forme minérale de la houille. Puis, l'expansion des feux internes a soulevé ces lits du fond des eaux, pour les élever à la position qu'ils occupent maintenant sur les montagnes et les collines où l'industrie humaine peut aller les prendre. C'est à cette quatrième période que le mineur va chercher la houille, assisté par les arts et la science qui lui ont donné la machine à vapeur et la lampe de sûreté. Rendue à la lumière et de nouveau confiée à l'élément aquatique, la navigation la transporte de la bouche du puits d'extraction sur la scène où le feu doit lui faire subir ses derniers et ses plus importants changements, ceux qui doivent la mettre enfin au service des besoins et du bien-être de l'espèce humaine. A cette dernière phase de son histoire, si riche en événements, la houille disparaît, et le vulgaire la croit anéantie; ses éléments, en effet, se débarrassent des combinaisons minérales dans lesquelles ils ont été emprisonnés pendant des âges sans nombre; mais cette destruction apparente n'est que le point du départ d'une activité nouvelle, et d'une nouvelle suite de changements. Libres enfin des liens qui les ont retenus si longtemps, ces éléments retournent à leur atmosphère natale, d'où ils furent appelés jadis à fournir le principe de la végétation primitive du globe; puis, le lendemain, ils retournent peut-être constituer la substance du bois dans les arbres de nos forêts actuelles; et quand ils auront repris ainsi leur place dans le règne végétal de notre époque, ils reviendront avant peu se remettre une seconde fois au service de l'espèce humaine. Et lorsque la décomposition ou le feu auront de nouveau rendu à l'atmosphère ou à la terre les mêmes éléments désagrégés, ce ne sera que pour qu'ils rentrent de nouveau dans le cercle indéfini qu'ils sont destinés à parcourir au sein de l'économie du monde matériel.

FLORE DES TERRAINS HOUILLERS *Voy.* CARBONIFÉRIEN.

FLORE DE L'ÉTAGE SUBAPENNIN. *Voy.* SUBAPENNIN.

FORAMINIFÈRES. — Classe de zoophytes, appartenant à la division des zoophytes globuleux. Les foraminifères sont, généralement, des animaux microscopiques, non agrégés, à existance individuelle toujours distincte, composés d'un corps entier et alors arrondi ou divisé en segments. Ce corps est, dans toutes ses parties, recouvert d'une enveloppe testacée, rarement cartilagineuse, modelée sur les segments et en suivant toutes les modifications de forme et d'enroulement. De l'extrémité du dernier segment sortent, soit par une ou plusieurs ouvertures de la coquille, soit par de nombreux pores de son pourtour, des filaments contractiles, incolores, très-allongés, plus ou moins grêles, divisés et ramifiés, servant à la reptation, et pouvant encroûter extérieurement le test enveloppant.

Le corps (nom que nous sommes forcé d'appliquer à la masse vitale) est quelque fois entier, rond, sans segments, chez les *gromia*, les *orbulina*, etc., qui représentent, à tous les âges, l'état embryonnaire de tous les autres, et s'accroissent sans doute, par la circonférence entière. Lorsque le corps est divisé par lobes ou par segments, le premier, semblable à l'état constant des gromia, est d'abord rond ou ovale, suivant les genres; une fois formé, il ne grossit plus, s'encroûte extérieurement de matière testacée; et représente, plus ou moins, une boule sur laquelle vient s'en appliquer une seconde, plus grande, puis une troisième, plus grande encore, et ainsi de suite tout le temps de la durée de l'existence de l'animal. Les segments recouverts d'un test sont agglomérés ou contournés de différentes manières, on ne peut plus régulièrement, et suivent, dans leur arrangement, des lois mathématiques. En effet:

1° Chez les uns, il n'y a qu'un seul segment.

2° Les segments sont placés en lignes circulaires.

3° Ils sont sur une seule ligne droite ou arquée, grossissant des premiers aux derniers.

4° Chez d'autres, placés les uns au bout des autres, ils viennent s'enrouler obliquement, ou sur le même plan, en représentant une volute, une sphère régulière.

5° D'autres fois, ne s'enroulant pas, ils croissent alternativement à droite et à gauche du premier, et successivement de cha-

que côté de l'axe longitudinal fictif. et s'enchevêtrant.

6° D'autres genres présentent une complication des deux derniers modes dont nous venons de parler, c'est-à-dire que, formés de segments alternes, leur ensemble se roule en spirale, soit sur le même plan, soit obliquement.

7° Enfin ces segments se pelotonnent autour d'un axe, et latéralement à la longueur, sur deux, trois, quatre ou cinq faces opposées, revenant, après chaque révolution complète, se superposer exactement les uns aux autres.

Les segments s'agglomèrent donc dans l'accroissement du corps, de sept manières distinctes ; et ce sont ces modifications que l'on a prises pour la base de la classification.

Semblables, quant à leur forme, dans tous les foraminifères, les filaments s'allongent au point de prendre jusqu'à six fois le diamètre du corps. Plus ou moins nombreux, ils se divisent et se subdivisent dans le sens de leur longueur, de manière à représenter une branche. Ces ramifications s'attachent aux différentes matières avec assez de force pour traîner le corps et le faire avancer. Si les filaments sont semblables quant à leur forme, ils varient beaucoup de position. Chez beaucoup de genres ils se composent d'un faisceau qui sort par une ouverture unique et rentre, par le même point, dans la contraction; chez quelques autres les filaments se projettent seulement par chacune des nombreuses petites ouvertures du test qui recouvre le dernier segment. Quelquefois encore les filaments sortent, non-seulement par une grande ouverture du dernier segment, mais aussi par les nombreux pores qui criblent le test des derniers segments. En résumé ces filaments, remplissant, chez les foraminifères, les mêmes fonctions que les nombreux tentacules des astéries, servent à fixer l'animal et sont, pour lui, de puissants moyens de locomotion.

La contexture de la coquille qui revêt extérieurement les segments est très-variable; mais elle suit, presque toujours, les divers modes d'accroissement dont nous avons parlé. Lorsque les segments sont pelotonnés, la coquille est opaque, d'une contexture serrée comme de la porcelaine et sans indices de porosité extérieure. Lorsque les segments sont alternes sans spire, et lorsque l'enroulement spiral est oblique, la coquille est poreuse, percée, sur les dernières loges, d'un grand nombre de petits trous par où sortent les filaments, mais, qui s'oblitèrent à mesure que l'animal n'en a plus besoin. Quand les segments sont sur une ligne droite, lorsqu'ils s'enroulent sur le même plan spiral, ou quand ils sont alternes, la coquille inéquilatérale, leur contexture est presque toujours transparente comme du verre.

Les coquilles sont généralement libres; néanmoins, il y a des exceptions dans lesquelles ces coquilles, fixées sur un point déterminé, s'y moulent et en prennent la forme.

Tous les animaux sont composés d'un corps de même nature, de filaments identiques. Ce corps nous offre donc seul, par l'arrangement régulier de ses segments dans l'accroissement, un bon caractère pour des coupes primordiales. Nous avons dit aussi que la coquille revêt extérieurement tous les segments, en se moulant sur toutes leurs modifications de formes et d'enroulement, qu'elle en fait partie intégrante et qu'elle en reproduit tous les caractères. Cet arrangement des *segments*, ou des *loges* de la coquille qui les contiennent, sera, dès lors, la base de la classification, puisqu'il représente la réunion intime des caractères zoologiques de l'animal et de la coquille. Ce mode de classement est d'autant plus nécessaire, qu'il permettra d'étudier et d'y comprendre, sans connaître les animaux, les espèces qui couvrent actuellement toutes les côtes maritimes du monde, et toutes les espèces au moins aussi nombreuses qui composent une partie des couches de l'écorce terrestre.

Les *foraminifères*, malgré leur grande ténuité, ont joué un rôle immense à certaines époques géologiques. En effet, leur nombre est venu compenser leur taille, et ils n'en ont pas moins formé quelquefois des couches entières, telles que les terrains carbonifères de Beloga, de Sowia, en Russie; les bords de l'Ohio, aux Etats-Unis ; les couches nummulitiques des Pyrénées, des Alpes et de tout l'Orient, et les calcaires à milioles de Gentilly, près de Paris, Les foraminifères se sont parfaitement conservés dans les couches terrestres. Le plus souvent, ils ont encore leur coquille externe bien intacte et seulement transformée; rarement ils sont à l'état de moules intérieurs.

La répartition des genres et des espèces de foraminifères à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, démontre que cette division des animaux rayonnés manque tout à fait dans les trois premiers étages du monde animé, n'ayant même montré qu'une seule forme générique dans les terrains paléozoïques, et aucune dans les terrains triasiques. Ainsi donc, la progression croissante des formes génériques ne commence qu'avec les terrains jurassiques, et se continue jusqu'à nous, non sans laisser en arrière un bon nombre de genres aujourd'hui tout à fait inconnus et ensevelis dans les couches terrestres.

Comparaison des ordres entre eux. — Nous allons d'abord comparer les ordres entre eux pour nous assurer si tous ont suivi la même marche dans leur apparition successive.

Les *hélicostègues* manquent dans les trois premiers étages paléozoïques. Le premier genre apparaît dans l'étage carbonifèrien. Les terrains paléozoïques offrent 1 genre, les terrains triasiques, aucun ; les terrains jurassiques, 2; les terrains crétacés, 19 ; les terrains tertiaires, 24; tandis que les mers actuelles en nourrissent 21. Ainsi les

hélicostègues seraient toujours dans une voie croissante depuis leur première apparition jusqu'à présent.

Les *stichostègues* manquent dans les terrains paléozoïques et triasiques. Leurs premiers genres sont de l'étage liasien des terrains jurassiques, qui en contiennent 6; les terrains crétacés en offrent 5; les terrains tertiaires, 8; tandis qu'il y en a 11 dans les mers actuelles. Cette série est donc toujours dans une voie croissante de développement de formes.

Les *monostègues* manquent dans les terrains paléozoïques et triasiques. Le premier genre se montre dans l'étage bajocien des terrains jurassiques, où l'on compte 2 genres. Les terrains crétacés n'en montrent pas; les terrains tertiaires en offrent 4; les mers actuelles en nourrissent le même nombre, ce qui prouve que cette série est dans une voie croissante de développement générique, depuis les terrains jurassiques.

Les énallostègues manquent dans les terrains paléozoïques, triasiques et jurassiques. Les plus anciens genres sont de l'étage néocomien des terrains crétacés, qui en contiennent déjà 4. Les terrains tertiaires en montrent 7, et les mers actuelles 9. Ainsi les énallostègues sont en pleine voie croissante de multiplication de formes.

Les *agathistègues* manquent dans les trois premiers terrains. Leur premier genre est de l'étage albien des terrains crétacés, qui en renferment 3. Les terrains tertiaires en offrent 6, et les mers actuelles 9. Cet ordre est donc encore en pleine voie croissante de développement de formes animales.

Les *cyclostègues* manquent également dans les trois premiers terrains. Leur premier genre est de l'étage albien des terrains crétacés, où l'on en connaît 3. Les terrains tertiaires offrent 2 genres, et les mers actuelles 1 seul. Cette série serait, depuis les terrains crétacés, en voie décroissante de développement de formes génénériques, contrairement aux autres ordres.

Les *entomostègues* manquent dans les trois premiers terrains. Leur premier genre est de l'étage sénonien, le dernier des étages crétacés. Les terrains tertiaires en ont offert 3, et les mers actuelles 5. Cet ordre est donc bien certainement en voie croissante.

En résumé, tous les ordres, excepté les *cyclostègues*, sont en pleine voie de développement de formes génériques, depuis leur première apparition jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont plus nombreux qu'à aucune époque géologique. Comme il n'y a pas de degré de perfection bien tranché parmi cette série animale, nous ne croyons devoir rien conclure, quant à leur degré comparatif d'ancienneté avec leur perfection zoologique.

Déductions zoologiques générales. — Les comparaisons de l'ensemble numérique, sans avoir égard aux ordres, nous donnent nécessairement des résultats identiques aux ordres. En effet, les foraminifères montrent 1 genre dans les terrains paléozoïques, aucun dans les terrains triasiques, 10 genres dans les terrains jurassiques, 36 dans les terrains crétacés, 57 dans les terrains tertiaires, et l'on en compte 67 dans les mers actuelles.

Déductions climatologiques comparées. — Les *foraminifères* nous offrent encore des résultats identiques aux autres séries animales. Nous citerons seulement quelques exemples pour constater que, jusque dans les époques les plus rapprochées de nous, la répartition géologique n'a pas de rapport avec la répartition actuelle. On ne trouve aujourd'hui, à l'état vivant, que sous la zone torride les genres *orbiculina*, *alveolina*, *valvulina*, *asterigerina*, *amphistegina*, *heteroestegina* et *articulina*, tandis qu'ils se montrent fossiles à Vienne, à Paris, à Londres, à Bordeaux, etc., jusque dans les étages faluniens et subapennins qui nous ont précédés sur la terre. C'est une preuve de plus que la terre a gardé sa chaleur centrale, de manière à neutraliser l'action des zones de latitude, jusqu'à l'instant où la faune actuelle a été créée.

Déductions géographiques comparées. — Si, pour nous assurer s'il a existé des centres constants de création, nous voulons chercher quel est le rapport de la distribution géographique actuelle, comparée à la distribution géographique des genres de foraminifères dans les étages géologiques, nous arriverons aux mêmes conclusions que pour les mammifères. (*Voy.* ce mot.) En effet, le genre *heterostegina* ne s'est encore montré vivant que dans l'archipel des Amis, les *bolivina* seulement sur les côtes du Chili et de la Bolivia; les *orbiculina*, les *valvulina*, les *asterigerina*, les *articulina*, qu'aux Antilles; tandis que tous ces genres, inconnus aujourd'hui dans la Méditerranée et sur les côtes d'Europe, sont fossiles dans les derniers étages tertiaires de France, d'Autriche, d'Italie, d'Angleterre, etc., etc. On voit qu'il n'y a pas plus de rapports pour les animaux des classes inférieures que pour les animaux vertébrés, dans la distribution géographique ancienne comparée à la distribution actuelle.

Déductions géologiques tirées des genres. — Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les foraminifères. En effet, comme aucun des genres fossiles ne traverse tous les étages, les 73 genres connus de foraminifères fossiles sont autant de caractères négatifs qu'on peut appliquer à reconnaître les terrains et les étages inférieurs ou supérieurs, où ils ne se sont pas encore montrés; 72 sont applicables aux terrains paléozoïques, 73 aux terrains triasiques, etc.

Les *caractères stratigraphiques positifs* sont d'autant plus marqués pour les foraminifères, qu'aucun genre n'occupant tous les étages, les 73 genres connus sont limités dans ces étages et peuvent servir de caractères positifs pour ceux où ils se trouvent. Sur ce nombre, 23 genres n'arrivent pas

jusqu'à nous et sont perdus pour l'époque actuelle.

La *persistance des caractères positifs* se trouve, pour les foraminifères, aussi marquée que pour les autres êtres. On peut en juger en jetant les yeux sur le tableau pour les genres *cristellaria*, *marginulina*, *textularia*, *alveolina*, *spiroloculina*, etc.

Les *déductions géologiques tirées des espèces* sont, pour les foraminifères, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire, qu'à l'exception de très-peu d'espèces qui se trouvent dans deux étages, toutes les autres sont spéciales à leur étage particulier, et dès lors seront caractéristiques de ces étages.

FORCE LUMINIQUE, *qu'est-ce?* — *Voy.* DEBREYNE.

FORCES PERTURBATRICES. — Les preuves de l'action d'un Créateur plein de sagesse, de pouvoir et de bienveillance, que nous trouvons dans le règne animal et dans le règne végétal, reposent, pour la plupart, sur l'harmonie et la perfection des arrangements que nous y avons rencontrés, et sur les mécanismes admirablement calculés pour leurs fins, dont l'existence s'est révélée à nous dans l'étude que nous avons faite des débris organisés du monde ancien.

Un argument d'une autre nature nous serait offert par l'ordre, la symétrie, et la constance des formes cristallines qu'offrent les substances minérales inorganisées qui entrent dans la composition de notre globe. Et si nous venons à considérer les grands phénomènes géologiques qui se manifestent dans la disposition des couches et dans leurs divers accidents, nous verrons une troisième nature de preuves surgir des conditions dans lesquelles la terre se trouve placée, et qui ont été produites par l'action de *forces perturbatrices* que l'on pourrait croire jusqu'à un certain point avoir agi au hasard et sans loi.

Des phénomènes qui ont eu pour résultat de soulever, d'enfoncer la surface du globe, de l'incliner et de la tordre dans tous les sens, de la briser et de la disloquer, pourraient sembler au premier coup d'œil n'offrir que désordre et confusion. Mieux étudiés, ils nous démontrent l'existence d'un ordre, d'une méthode et d'un plan, jusque dans les actions de ces forces physiques les plus turbulentes et les plus puissantes parmi celles qui ont modifié l'état de la planète que nous habitons (350).

Nous avons considéré dans un autre article (*Voy.* COUCHES CARBONIFÈRES) les avantages qui résultent pour nous de la disposition des couches carbonifères sous forme de bassins. Il nous reste à examiner d'autres avantages qui résultent encore d'autres dislocations de ces couches, par suite de *failles* ou de *fractures*, dislocations d'une haute importance par les facilités qu'elles procurent pour l'exploitation des mines de houille; et nous étendrons notre étude jusqu'aux effets plus généraux qu'ont produits des dislocations semblables dans d'autres couches où elles ont établi des sortes de réservoirs destinés à recevoir des minerais métalliques d'une grande valeur, et à régulariser l'écoulement des eaux de l'intérieur de la terre par l'intermédiaire des sources.

L'existence des *failles*, et la *position inclinée*, que présentent d'ordinaire les couches dans les terrains houillers, sont des faits de la plus haute importance, par le voisinage plus ou moins étroit où elles placent, par rapport à l'homme, les substances minérales qui y sont contenues. Par suite de leur *position inclinée*, les couches de houille qui n'ont que peu d'épaisseur sont exploitées avec plus de facilité que si elles offraient une direction horizontale; mais comme cette inclinaison des couches tend sans cesse à en faire descendre les extrémités les plus basses jusqu'à des profondeurs inaccessibles, on voit s'y interposer une série de failles dont le résultat est de disposer les portions qui constituent une même formation en une série correspondante de tables ou d'étages successifs, situés les uns à la suite des autres, et s'élevant continuellement de bas en haut, et depuis les points de dépression les plus profonds jusqu'à la surface. Souvent un effet tout semblable est produit par des *ondulations* ou des sortes de *torsions* qui, outre les avantages de la position inclinée qu'elles donnent aux couches, ont celui de les tenir à

(350) « Malgré le désordre et le chaos apparent qui se montrent dans la construction de la croûte terrestre lorsque nous en contemplons la physionomie extérieure, les géologues ont souvent réussi à découvrir dans la place qu'occupent les masses stratifiées et dans leur arrangement une tendance vers les lois géométriques. Des lois semblables se reconnaissent aisément dans les phénomènes des *lignes anticlinales*, des failles, des fissures, des filons métallifères, etc.» (HOPKIN, *Researches in physical geology. — Transactions de la société philosophique de Cambridge*, t. VI, IIe partie, 1835.)

« Il est à peu près hors de doute, » dit l'auteur d'un excellent article du *Quarterly-Review* (septembre 1826, p. 537), « que les arrangements les plus parfaits et les mieux ordonnés reconnaissent leur cause dans des tremblements de terre dont les actions se sont produites avec des degrés divers de violence et à des intervalles de temps divers, pendant une longue série de siècles. Cet ordre qui règne à la surface du globe, nous en sommes donc redevables à des forces qui n'ont été généralement regardées que comme des agents de ruine et de destruction, mais que de puissantes considérations nous montrent aujourd'hui comme n'ayant été par rapport au globe dans son état primitif, comme elles le sont peut-être encore dans l'état actuel, que les intruments d'un renouvellement incessant. Il est prouvé par les effets de ces forces souterraines qu'elles sont soumises à des lois générales, et que ces lois reconnaissent leur principe dans une sagesse et dans une prévoyance infinies.

« Les causes d'un désordre apparent dans le système du monde, si nous venons à embrasser dans un seul coup d'œil leurs opérations pendant une longue série de siècles, nous apparaissent comme ayant eu pour résultat définitif une grande somme totale de bien, et comme ayant été subordonnées à des lois générales déterminées, utiles, nécessaires peut-être, pour que le globe parvint à un état habitable.» (*Ibid.*, p. 539.)

peu de distance de la surface. La disposition en bassins, qu'offrent si souvent les gisements houillers, tend à produire les mêmes conséquences bienfaisantes

Mais un autre bienfait résulte encore de l'existence de ces *failles* ou *fractures* (351), sans lesquelles les trésors que contiennent plusieurs profondes et riches mines fussent demeurées inaccessibles à l'homme. Si les schistes et le grès, qui alternent avec la houille eussent été disposés en des couches continues et sans fractures, les eaux se fussent rassemblées à la surface supérieure, dans les excavations des couches poreuses du grès, en des masses qui eussent défié toutes les forces mécaniques que l'homme eût pu employer avec fruit pour effectuer l'épuisement des mines, tandis qu'il a suffi de ce système simple de *failles* pour que l'eau n'y puisse être admise qu'en quantité subordonnée à la puissance humaine. Par suite de cette disposition, les couches qui constituent un bassin houiller, se trouvent partagées en masses ou nappes distinctes, irrégulières dans leurs formes et dans leurs dimensions, dont aucune ne se continue suivant un même plan dans tout un district de quelque étendue, et dont chacune est d'ordinaire séparée de celle qui en est la plus voisine par une digue d'argile imperméable qui remplit les fissures produites par la fracture de l'enveloppe terrestre dont les failles ont été la conséquence.

Supposons qu'une nappe épaisse de glace soit brisée en fragments à contours irréguliers, et que ces fragments viennent à se réunir de nouveau après s'être inclinés irrégulièrement d'une faible quantité par rapport au plan de la masse primitive, ces fragments de glace ainsi réunis nous offriront la même apparence extérieure qu'offrent les parties constituantes des masses brisées ou des nappes dont se composent, comme nous l'avons dit, les terrains houillers. La glace, qui se forme postérieurement et qui soude entre elles les différentes nappes, représente l'argile et les débris qui remplissent les failles et isolent, comme par des sortes de cloisons ou de murs, ces portions adjacentes d'une même couche qui furent primitivement formées dans un seul plan continu, de la même manière que les nappes de glace auxquelles nous les avons comparées. C'est ainsi que chaque nappe ou table inclinée des terrains houillers est enfermée dans un système de murs plus ou moins verticaux, formés par une argile broyée provenue, à l'époque même où eurent lieu les fractures et les dislocations, des lits de schistes argileux de la même formation. Telle est l'origine de ces jointures et de ces séparations qui, bien qu'elles surviennent souvent à contre-temps au milieu du travail des mines et qu'elles en viennent arrêter brusquement les progrès, bien qu'elles jettent souvent le désordre dans les portions des couches qui se trouvent en contact immédiat avec elles, n'en sont pas moins considérées dans l'ensemble de leurs résultats, comme la sauvegarde des exploitations et les digues à l'abri desquelles peuvent s'en exécuter tous les travaux (352).

Ces mêmes failles, outre l'obstacle qu'elles opposent à l'envahissement, par d'énormes quantités d'eau de points où les inondations seraient des causes de grands dommages, nous rendent encore d'autres services de la plus grande importance, en s'emparant de ces mêmes eaux dans un but utile et les amenant à la surface où elles se déversent en une série de sources tout le long de la ligne suivie par la faille elle-même, révélant même souvent ainsi l'existence de la fracture située au-dessous. Ce rôle important que jouent les failles dans l'hydraulique de notre globe, elles en sont en possession dans les terrains stratifiés de toutes les formations, et il est également probable que la plupart des sources qui sortent des terrains non stratifiés sont maintenues en activité

(351) Les failles, dit M. Conybeare, consistent dans des fissures qui traversent les couches, en s'étendant souvent à plusieurs milles de distance, en descendant à une profondeur que l'on n'a pu reconnaître que dans un très-petit nombre de cas. Elles coïncident avec un abaissement des couches de l'un de leurs côtés, ou, ce qui revient au même, avec un exhaussement des couches de l'autre côté, de sorte qu'on est conduit à penser que la même force qui a déchiré ces roches a été cause que l'un des bords de l'ouverture ainsi produite dans la masse fracturée s'est soulevé, ou que le bord opposé s'est abaissé. Ordinairement les fissures sont remplies d'argile. (*Geology of England and Wales.*)

(352) Si une mine de houille où l'eau abonde, dit M. Buddle, n'était pas coupée par des dikes, l'exploitation en serait rendue impraticable, la masse tout entière des eaux qui y pourrait être contenue coulant sans interruption dans toutes les cavités qui peuvent s'y trouver. Les failles remplissent l'office des caissons que l'on emploie pour la construction des ponts, et partagent la houillère en des districts séparés les uns des autres. (*Lettre de M. John Buddle, ingénieur distingué et inspecteur des mines*, à Newcastle, écrite au révérend docteur Buckland le 30 novembre 1831).

En creusant les galeries d'une mine de houille, les mineurs évitent avec soin de s'approcher trop d'une faille, car ils savent que s'ils venaient à détruire cette barrière naturelle, une irruption des eaux qui sont amassées de l'autre côté, et l'inondation de leurs travaux, en seraient une conséquence fréquente.

Vers l'an 1825, on creusa à Gosforth, aux environs de Newcastle, un puits de quatre-vingt-dix brasses du côté mouillé d'un dike, et ce puits se trouva tellement inondé que force fut de l'abandonner. Un autre puits fut entrepris du côté sec du même dike, à quelques mètres seulement du premier, et l'on y put descendre jusqu'à une profondeur de deux cents brasses sans avoir éprouvé aucun obstacle de la part des eaux.

On construit parfois dans les mines de houilles des digues artificielles destinées à remplacer les barrières naturelles des dikes et des failles. M. Hulton en a construit dernièrement une de cette nature près de Manchester, dans le but d'arrêter l'eau qui descendait de la partie supérieure des couches poreuses dans la portion basse desquelles il exécutait ses excavations, et dont la continuité s'est trouvée ainsi interrompue.

par l'action des failles qui les traversent.

De semblables solutions de continuité dans les masses que forment les terrains primitifs, et dans ceux qui occupent l'intervalle compris entre ces terrains et la formation houillère, se montrent sur une grande étendue dans les exploitations des filons métalliques. Il arrive fréquemment qu'un filon est coupé brusquement par une faille ou par une fracture perpendiculaire à sa direction, et que les deux parties primitivement continues se trouvent séparées par un intervalle considérable. La fracture est ordinairement remplie par un mur d'argile qui tire probablement son origine du broiement des portions de roches qui ont été ainsi violemment séparées. Il existe des failles semblables dans les mines du Cornouailles où on les désigne sous le nom de *flucan*, et elles y rendent souvent les mêmes services que celles qui traversent les mines de charbon, en préservant les mineurs contre l'inondation, par une série de digues naturelles qui traversent les terrains suivant toutes les directions, et interrompent toute communication entre la masse au sein de laquelle les travaux ont lieu et les masses situées de l'autre côté du *flucan* ou de la digue (353).

Nous devons ajouter encore que les failles, dans une mine de houille, en interrompant la continuité des couches, de telle sorte que les bords des nappes brisées se trouvent appliqués contre des couches d'un schiste ou d'un grès non susceptible de s'enflammer, mettent à l'abri des ravages d'un incendie tout ce qui se trouve en dehors de la nappe même où l'incendie aurait commencé. Sans cette précaution, des gisements de houille, tout entiers, pourraient être consumés et complétement détruits.

Après avoir contemplé cet ordre de choses si admirablement disposé pour procurer aux habitants de notre globe les matériaux propres à satisfaire leurs premiers besoins et à alimenter leur industrie, il nous est impossible d'attribuer tout l'honneur de ce merveilleux arrangement à l'action aveugle des causes fortuites. Il est dangereux sans doute d'invoquer trop tôt les causes finales; mais, comme d'un autre côté dans plusieurs branches des sciences physiques, et plus particulièrement dans celles qui s'occupent de la matière organisée, nous connaissons mieux la fin de plusieurs arrangements que nous ne connaissons les arrangements eux-mêmes, il serait assurément tout aussi peu philosophique de se refuser à admettre les causes finales quand l'ensemble général d'un phénomène et les témoignages qu'il fournit nous y conduisent sans effort, que de les invoquer gratuitement alors que nous n'y serions conduits par aucune considération de cette nature. Nous pouvons donc à coup sûr nous croire autorisés à voir, dans les arrangements géologiques décrits plus haut, un système de sagesse et des dispositions pleines d'une bonté providentielle, ayant pour but de fournir aux besoins et au bien-être des créatures qui devaient peupler ce globe, où leur influence, qui s'est manifestée dès le premier instant de sa création, n'a pas cessé un seul instant pendant toute la durée des révolutions et des convulsions qui en ont successivement modifié la surface.

FORCES DANS LA MATIÈRE, *leur origine, leur nature.* — *Voy.* LAPLACE.

FORMATION DE LA TERRE, DES PLANÈTES, DU SOLEIL, etc. *Voy.* Ces mots

FORTIS. *Voy.* GÉOLOGIE.

FOSSILES. — Les anciens comprenaient sous ce mot toutes les substances minérales utiles extraites de la terre par des fouilles directes. Plus tard, dans les divisions établies par Linné, le nom de *petrificata* vint, comme division des *fossilia*, s'appliquer aux corps organisés fossiles. Aujourd'hui la signification du mot fossile est très-variable, suivant les auteurs : ainsi tel géologue, prenant en considération les seuls caractères dérivés de la nature organique du corps enfoui et de son degré de transformation minérale plus ou moins avancée, ne place au rang des fossiles que ceux de ces corps chez lesquels le changement est complet; tels autres, plus réservés, se sont contentés, pour condition essentielle de fossilisation, de la transformation partielle de la structure organique, d'une décomposition ou d'un remplissage imparfait du corps enfoui. Un grand nombre, sans précisément tenir compte des caractères empruntés aux divers changements organiques ou chimiques, font figurer en première ligne l'âge présumé du corps organisé enfoui au sein des couches. Ils n'ont vu de véritables fossiles que dans des dépôts relativement très-anciens; plusieurs même sont allés jusqu'à rechercher exclusivement par delà le déluge des vestiges véritablement fossiles, en rejetant comme tels tous ceux des corps organisés qu'ils rencontraient dans les dépôts modernes de l'époque actuelle. Pour ces derniers paléontologistes, la nature des couches, leur structure et leur composition minéralogique étant généralement en rapport avec leur âge présumé, les débris organisés qu'ils ont découverts dans les dépôts-meubles, les roches clastiques, les grès, les argiles, enfin les terres plus ou moins superficielles et qui caractérisent souvent la désagrégation ou la désunion des parties composantes, ne leur ont pas paru mériter

(353) « J'ai surtout pour objet de voir si l'arrangement des filons et les autres phénomènes analogues ne nous fournissent pas des preuves qu'ils ont été dirigés par un plan, et s'ils ne sont pas dans des connexions probables avec les autres phénomènes de notre globe.

« Les filons métallifères, et les veines de quarz, etc., semblent être des canaux destinés à la circulation des eaux et des vapeurs souterraines; et les nombreuses veines d'argiles, ou *flucan courses*, comme on les nomme dans le Cornouailles, qui les coupent et y sont quelquefois contenues, permettent ainsi le travail des exploitations à des profondeurs où sans ce secours tout travail de l'homme aurait été impraticable. » (R. W. Fox, *On the mines of Cornwall.* — *Phil. Trans.*, 1830, page 404).

le nom de fossiles. Enfin la plupart des définitions du mot fossile, proposées jusqu'à ce jour, s'appliquent exclusivement aux portions intégrales des corps organisés qu'on rencontre dans les couches; sans qu'on ait pris garde qu'il est des fossiles qui ne présentent plus de portions organiques en nature dans le sol, mais seulement une image de leur forme. Nous voulons parler des empreintes de pas d'animaux et des traces de sillon laissées sur la vase par les organes de mouvement des animaux nageurs. Ces sortes de représentations ne sont, pour ainsi dire, que des souvenirs, des vestiges physiologiques des mœurs et des habitudes des animaux perdus, qui, conservés dans les couches, attestent tout aussi bien que les débris organiques l'existence d'animaux jadis vivants, et qui nous semblent, à tous égards, mériter le nom de fossiles.

En résumé, les principes sur lesquels on a cru pouvoir fonder les diverses définitions du mot *fossile*, proposées jusqu'à ce jour, sont : leur état organique ou chimique, leur âge, la nature des couches qui les contiennent, enfin la nature même de la représentation organique. Ces principes, vrais lorsqu'ils sont pris dans leur ensemble, lorsqu'on les considère dans leurs rapports respectifs, sont au contraire insuffisants ou incomplets quand on les prend chacun en particulier, et peuvent même induire en erreur relativement à la véritable origine des corps organisés qu'on rencontre dans les couches.

Plus large dans notre manière de voir, nous donnerons le nom de *fossile à tout corps ou vestige de corps organisé enfoui naturellement dans les couches terrestres et se trouvant aujourd'hui en dehors des conditions normales et actuelles d'existence.* Un fossile n'est pas seulement pour nous le corps organisé, avec son relief, ses contours, sa forme extérieure; il suffit qu'il nous ait laissé, dans des couches, des traces quelconques, non équivoques, de son existence. Que la structure organique en ait été détruite, la composition altérée, transformée partiellement, changée d'une manière plus complète; que les éléments premiers en aient disparu totalement, ou aient été conservés; que la cavité en ait été remplie, la substance propre pénétrée de substances étrangères; qu'il gise dans une couche formée d'hier, ou bien dans une couche plus ancienne; que cette couche soit compacte, grenue, terreuse, cristalline, dure, friable ou clastique, peu nous importe... Tous les corps organisés que nous rencontrons au sein des *couches terrestres*, dans des conditions qui ne sont plus les conditions normales d'existence, sont à nos yeux de véritables fossiles. Par exemple, les huîtres (*ostrea edulis*) et les autres coquilles qui se trouvent dans les buttes de Saint-Michel en l'Herm (Vendée), bien qu'elles aient conservé leurs couleurs et tous leurs caractères organiques, sont fossiles pour nous, parce qu'elles existent à vingt mètres au-dessus du niveau où elles pourraient vivre dans la mer voisine, et à douze kilomètres de distance des rivages actuels; elles sont *fossiles*, parce qu'il a fallu un mouvement géologique pour les sortir de leur lieu normal d'existence, et pour les placer où elles sont aujourd'hui.

Les fossiles, suivant la série à laquelle ils appartiennent, sont divisés en *fossiles végétaux* et en *fossiles animaux*. Les animaux fossiles reçoivent, suivant la classe, l'ordre auquel ils appartiennent, les mêmes dénominations que les animaux vivants, et rentrent dès lors dans la nomenclature zoologique ordinaire. Les animaux vertébrés fossiles, tels que les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, viennent se classer dans des familles naturelles, de même que les animaux annelés, mollusques et rayonnés (les crabes, les insectes, les coquilles, les polypiers, etc.). Presque toutes les classes d'animaux vivants ont leurs représentants à l'état fossile; il en est de même des plantes.

Les fossiles, suivant leur analogie avec les espèces qui vivent actuellement dans les mers ou qui se retrouvent dans des couches distinctes, sont divisés en *fossiles identiques*, en *fossiles analogues* et en *fossiles perdus ou détruits*.

Les *fossiles identiques* sont, en tout, semblables aux espèces actuellement vivantes, bien qu'ils ne se trouvent plus dans les conditions normales d'existence actuelle. Les huîtres (*ostrea edulis*), le *littorina littorea*, fossiles des buttes de Saint-Michel en l'Herm, sont *identiques* aux huîtres comestibles, à la littorine de nos côtes. La tonne (*dolium perdix*), fossile dans le calcaire blanc de l'île de Cuba, est identique à la même espèce vivante sur les côtes des Antilles, etc.

On a, outre mesure, augmenté le nombre des espèces identiques sur des déterminations faites à la légère. On a trouvé, par exemple, un grand nombre d'espèces identiques entre les coquilles du calcaire grossier du bassin de Paris et la faune des mers actuelles, tandis que, jusqu'à présent, tous les prétendus identiques que nous avons pu étudier diffèrent spécifiquement de la manière la plus frappante, lorsqu'on veut les comparer avec une critique sévère. Le nombre des espèces identiques entre les espèces vivantes et les espèces fossiles est bien plus restreint qu'on ne l'avait pensé. Elles ne se trouvent guère que dans les étages géologiques les plus rapprochés de nous, dans les couches qui dépendent de l'époque actuelle et qui forment notre *étage contemporain*, comme les buttes à huîtres de Saint-Michel en l'Herm.

Lorsqu'entre deux étages géologiques distincts et en contact on rencontre la même espèce, on peut dire aussi qu'elle est identique. *L'ammonites discus* de *l'étage bajocien* de Bayeux (Calvados) est l'identique de l'*a. discus*, qu'on rencontre à Ranville (Calvados), dans *l'étage bathonien*. On trouve des identiques entre les espèces de *l'étage parisien* inférieur et supérieur, près de Chaumont (Oise) et à Auvers : on en voit encore

entre quelques autres étages; mais les identiques de ce genre sont des exceptions et tiennent, le plus souvent, à des remaniements postérieurs à leur premier dépôt.

On dit également *fossiles identiques*, quand on compare des couches géologiques du même âge, mais géographiquement très-éloignées les unes des autres. L'étage dévonien de l'Amérique du nord renferme des espèces identiques au même étage en Europe (*spirigerina reticularis*); l'étage néocomien de Colombie renferme des espèces identiques avec l'étage néocomien de France et de Suisse (*cardium peregrinum*). Les couches sénoniennes de Pondichéry renferment des espèces identiques avec celles de France, avec celles de l'Amérique du nord (l'*ostrea larva*, Lamarck). Les étages des Etats-Unis montrent le *belemnitella mucronata*, identique à celui des mêmes couches en France. L'étage parisien montre des identiques de cette sorte avec l'étage correspondant de la Caroline du sud, aux Etats-Unis (le *cardita planicosta*, Lamarck).

Les *fossiles analogues*, tels que nous les considérons, ne peuvent être pris qu'en général. Ils ne peuvent servir à désigner ces *semi-espèces* de certains auteurs, lesquelles n'existent réellement pas dans la nature, mais bien l'analogie qu'on remarque dans les formes de deux faunes locales de même âge, éloignées l'une de l'autre. Nous nous servons de ce mot dans deux acceptions différentes. 1° On dit que telle série de fossiles est *analogue* à telle autre, quand elle se trouve dans les mêmes conditions géologiques, bien qu'elle ne renferme pas d'identiques communs : ainsi les coquilles fossiles de l'état falunien du Chili sont analogues aux coquilles fossiles de nos faluns de France, parce qu'elles se composent les unes et les autres d'une série de genres différente de la série qui vit actuellement sur les côtes voisines. 2° On peut dire encore que telle série de fossiles est *analogue* à telle autre, lorsque le *facies*, l'ensemble des formes, des genres et des espèces se ressemblent, n'y eût-il d'ailleurs aucune espèce identique. L'étage carbonifèrien des Andes boliviennes ressemble, sous ce rapport, au même étage en Belgique et en Angleterre; les fossiles jurassiques de l'Himalaya ont le même ensemble de formes que ceux de l'étage callovien de France et d'Angleterre.

Les *fossiles perdus ou détruits* sont ceux qui n'ont plus de représentants dans les mers actuelles, et qui ont tout à fait disparu de la surface du globe. On peut dire que toutes les couches terrestres, depuis les plus anciennes jusqu'aux époques tertiaires les plus rapprochées de nous, ne contiennent que des fossiles perdus.

Les fossiles perdus peuvent quelquefois constituer des familles naturelles bien circonscrites, dont aucun des genres n'a survécu, comme la famille des *mégathéridées*, dans l'ordre des édentés, celle des ptérodactylidées ou sauriens volants parmi les reptiles, les *lépidoïdes* parmi les poissons, les ammonites *ammonidées* parmi les mollusques, les crinoïdes *cystidæ* parmi les échinodermes, etc.

D'autres fois ces formes constituent seulement des genres perdus dans des familles dont quelques genres sont encore vivants, tels que le mastodonte parmi les probascidiens, les *mosasaurus*, les *iguanodon*, les *ichthyosaurus*, les *plesiosaurus* parmi les reptiles, les genres *palæoniscus* parmi les poissons, les *trinucleus* parmi les crustacés, les *lituites* parmi les mollusques, les *apiocrinus*, les *dysaster*, les *cuneolina* parmi les animaux rayonnés.

Lorsque les fossiles perdus ne forment pas de familles, des genres distincts des familles, et des genres actuellement vivants à la surface du globe, ils offrent seulement des espèces perdues appartenant à des genres de la faune actuelle. L'*ursus cultridens* est une espèce perdue du genre *ursus*; le mammouth une espèce perdue du genre éléphant, il en est de même des *carcharias*, *tenuis*, *acutus*, etc., du genre actuel *carcharias* (requin) parmi les poissons; du *nautilus koninckii*, de l'*helix hemisphærica*, parmi les mollusques, des *cidaris blumenbachii*, du *pentacrinus briareus* parmi les échinodermes, du *meandrina reussiana*, de l'*astræa bacciformis* (Mich.) parmi les zoophytes.

Les *fossiles* ne sont pas *perdus*, seulement par rapport à la nature actuelle; les familles, les genres et, dans tous les cas, les espèces e sont encore presque tous d'un étage géologique à l'autre. Les *ammonites* qui ont cessé d'exister avec les dernières couches de terrains crétacés, sont perdues relativement, pour les terrains tertiaires qui les ont suivis; les *orthoceratites* sont perdues pour les terrains jurassiques, puisque les derniers représentants de ce genre restent dans les étages inférieurs. En général les espèces d'un étage géologique ne passant pas à l'étage suivant, il en résulte que chaque époque géologique contient une faune particulière, caractéristique, et que, presque toujours, la faune enfouie dans un terrain, dans un étage, est entièrement perdue par rapport au terrain, à l'étage qui lui succède.

Comparativement à ce qui existe aujourd'hui, on se sert du mot *faune fossile*, pour désigner l'ensemble de la zoologie, tous les animaux qui ont peuplé une époque géologique quelconque ou une superficie définie. Comme on peut parler de la *faune actuelle*, pour désigner tous les animaux qui couvrent la terre aujourd'hui, on peut dire également, *la faune fossile de l'étage carbonifèrien*, la faune fossile de l'étage oxfordien, la faune fossile tertiaire de Paris, pour tous les êtres qui vivaient à ces diverses époques géologiques. Alors la faune désigne les animaux fossiles d'un *âge géologique*, et ce sont des *faunes chronologiques*, des faunes successives, qui se sont remplacées dans l'ordre de superposition des étages terrestres.

En d'autres cas, on se sert du mot faune

pour désigner une circonscription géographique quelconque. Comme on dit aujourd'hui la faune d'Afrique, la faune d'Amérique, pour désigner tous les animaux d'Afrique ou tous les animaux d'Amérique, on peut aussi dire, en parlant des animaux fossiles dans le même sens, que la *faune fossile du bassin de la Touraine* ou de l'étage falunien de la Touraine est nombreuse ; que la *faune fossile du bassin tertiaire* des environs de Paris est la plus riche en espèces, etc., etc.

Relativement à l'*habitat*, ou milieu dans lequel les animaux fossiles paraissent avoir vécu, en les comparant à ce que nous observons aujourd'hui, ils sont *terrestres*, *fluviatiles* et *lacustres*, *palustres* ou *marins*.

Les *fossiles* sont *terrestres* lorsqu'ils habitaient exclusivement les terrains sortis des eaux, les continents. Les *mastodontes*, les *paleotherium*, les *mylodon*, les limaçons (*helix*), les *clycostoma* sont des animaux terrestres dont les organes respiratoires prennent l'air en nature, et qui ne peuvent vivre dans d'autres conditions.

Les *fossiles* sont *fluviatiles*, *lacustres* ou *palustres*, lorsque, d'après leurs caractères, on d'après la composition de leur faune, on reconnaît par comparaison qu'ils ont vécu dans les eaux douces d'une rivière, dans un lac, ou dans un marais. Certains poissons, parmi les animaux vertébrés, les *planorbis*, les *symnea*, les *physa*, les *anodonta*, les *unio* parmi les mollusques, sont des *animaux fossiles fluviatiles*, *lacustres* ou *palustres*, qui vivent effectivement en séparant, des eaux douces, au moyen de branchies, l'air propre à leur existence. On a quelquefois abusé de ces caractères en géologie, mais une saine critique peut ramener les choses à leur limite réelle.

Les *animaux fossiles* sont *marins*, lorsqu'ils ont dû habiter exclusivement la mer. On doit, suivant leur manière de vivre, les subdiviser encore en *fossiles côtiers*, ou du littoral, comme les *ichthyosaurus*, les *plesiasaurus*, qui vivaient probablement sur les rivages, les *buccinum*, les *murex*, les *cerithium*, les *cypræa*, les *venus*, les huîtres (ostrea), quelques oursins, qui ne pourraient vivre sur les côtes qu'à telle ou telle profondeur. On a souvent donné le nom de *fossiles pélagiens* aux animaux que, par analogie, on croit avoir habité les hautes mers, comme beaucoup de cétacés, les céphalopodes (*nautilus ammonites*), les *conularia* et les *hyalea*, parmi les animaux mollusques, qui paraissent avoir vécu, ainsi que leurs analogues d'aujourd'hui, au sein des océans et ne s'approcher des côtes que lorsqu'ils y sont portés, de leur vivant, par des causes fortuites, ou après leur mort par la nature légère de leur coquille, comme on le voit de la *spirula fragilis*, du *nautilus pompilius*, etc.

Les différences qu'établissent entre les animaux fossiles l'habitat et les diverses conditions du milieu d'existence, de climat ou de distribution géographique, sont d'une haute importance en Paléontologie, et peut-être, jusqu'à présent, ne leur a-t-on pas accordé toute la valeur qu'elles méritent.

Quant à l'âge des *fossiles*, dans les couches terrestres, chacun les a divisés à sa manière, en les appelant *anciens* ou *modernes;* mais il faut oublier, aujourd'hui, ces dénominations purement relatives. Il en est ainsi des noms qui avaient rapport aux anciennes divisions employées dans les divers systèmes géologiques, tels que fossiles *primaires*, *secondaires*, *tertiaires* et *quaternaires*, maintenant beaucoup trop vagues pour être rigoureusement appliqués à l'âge réel des couches terrestres. Sous ce rapport, les noms des séries chronologiques, qui dérivent de l'âge relatif géologique des fossiles, suivront les noms de divisions fournies par l'étude des faunes.

On a souvent appelé *subfossiles* des coquilles qu'on rencontre quelquefois en grand nombre sur certaines côtes, et qui sont absolument identiques à des coquilles vivant encore aujourd'hui dans les mers voisines. On en trouve sur toutes les côtes du monde, sur le littoral de l'Amérique méridionale, des Antilles, de France, de Norwége, etc., etc. Ces coquilles appartiennent, pour nous, à l'étage contemporain, parce qu'elles dépendent de la faune contemporaine de l'homme.

Suivant le degré de transformation minérale, les fossiles peuvent être *organiques*, *semi-organiques* ou *inorganiques*, c'est-à-dire ne conserver de leur état primitif que les formes extérieures qui seules attestent encore leur existence. En effet, tantôt le fossile est *conservé en nature*, n'ayant subi que de légères modifications, soit dans ses caractères physiques extérieurs, soit dans sa composition chimique. Beaucoup d'ossements sont dans ce cas, ceux surtout qu'on extrait des cavernes à ossements et des brèches osseuses les plus modernes. Les insectes qu'on rencontre quelquefois si bien conservés dans les résines fossiles n'ont probablement aussi subi aucune espèce de changement organique ou chimique. La substance combustible qui leur sert de gangue est restée à l'état d'enveloppe extérieure; et la nature même de cette substance, semi-fluide et glutineuse au moment où elle enveloppait les corps organisés, ne permet guère de supposer qu'elle ait pénétré plus intimement dans ces corps. Nous citerons également, au nombre des fossiles *conservés en nature*, les mollusques qu'on rencontre en certains dépôts travertins très-modernes, calcaires ou siliceux, où les coquilles se montrent conservées avec leur nacre, avec leurs couleurs. Grand nombre de fossiles des dépôts contemporains paraissent encore avoir gardé la plus grande partie de leur matière animale.

Néanmoins, la conservation des couleurs chez les coquilles n'est pas toujours en rapport avec leur degré de transformation, avec leur âge géologique; car nous connaissons, dans l'étage dévonien de Paffrath (Prusse), des coquilles avec leurs couleurs (*turbo subcostatus*). Nous en possédons de l'étage sinémurien de Pouilly (Côte-d'Or), de l'étage

bajocien de Bayeux (Calvados), de l'étage néocomien des Basses-Alpes (*pecten alpinus*), de l'étage turonien inférieur des bords de la Loire (l'*ostrea columba*), et de tous les étages tertiaires. Le brillant de la nacre, chez les coquilles qui en étaient pourvues, se conserve aussi parfaitement dans les couches terrestres d'âges géologiques très-différents. Elle a tout son éclat sur les fossiles des étages oxfordiens de Russie; elle le montre encore sur les coquilles de l'étage albien ou du gault de Folkstone (Angleterre), de Wissant (Pas-de-Calais), de Machéroménil (Ardennes), etc., sur quelques coquilles de l'étage cénomanien de la montagne Sainte-Catherine, à Rouen (Seine-Inférieure), de l'étage sénonien des Montagnes-Rocheuses (Etats-Unis), et sur les coquilles de presque tous les dépôts tertiaires.

D'autres fois, on dit que le fossile est *altéré*. C'est le cas du plus grand nombre des ossements de vertébrés qu'on rencontre dans les cavernes et dans les brèches osseuses; c'est le cas aussi de la plupart des coquilles tertiaires, celles, par exemple, que fournissent en si grande abondance les bassins subapennin, parisien et de la Gironde, etc. Dans ces sortes de fossiles, la matière animale a disparu en partie ou en totalité; les principes solubles en ont été éliminés et entraînés par les eaux infiltrantes; il n'est resté du corps enfoui que la charpente osseuse ou l'enveloppe calcaire, en quelque sorte nue, et ne contenant plus que les principes insolubles et les sels permanents, terreux ou alcalins.

Enfin, le plus souvent, le corps organisé a été complétement *transformé*, soit en conservant une partie de ses principes constituants qui auraient subi une nouvelle disposition moléculaire, soit en acquérant des principes étrangers qui l'auraient *remplacé* en totalité ou en partie. Tous les fossiles des terrains les plus anciens sont, à peu d'exceptions près, dans ce cas. — *Voy.* FOSSILISATION.

Quand le corps organisé a été *remplacé* par des substances, on dit qu'il a été *pétrifié*. Il faut bien distinguer le sens restreint que nous donnons au nom *pétrification*, du sens plus général que nous avons donné au mot *fossile*. Le mot *pétrification* désigne tout corps organisé enfoui dans les couches, dont la forme extérieure a été conservée, la structure intérieure plus ou moins détruite et remplacée par une matière toute différente de la matière organique dont il se composait à l'état vivant. Souvent la matière minérale qui a fourni à la pétrification est, à peu de chose près, de même nature que la matière organique elle-même; ainsi, le test des mollusques qui se compose en grande partie, à l'état vivant, de carbonate de chaux, demeure à l'état de carbonate après sa conversion au sein des couches calcaires. De même, les ossements qui offrent à l'état vivant une certaine quantité de carbonate et une plus forte proportion de phosphate de chaux, conservent, à l'état de pétrification, le premier principe en totalité, le second en partie, de telle sorte que la pétrification ou la conversion minérale du corps organisés est, le plus souvent une simple *épigénie* minérale. La *pseudomorphose* est rarement complète.

FOSSILES, *controverse relative à leur nature. Voy.* GÉOLOGIE. — *Attribués au Déluge. Voy.* GÉOLOGIE et CHAUBARD. — *Leur origine d'après les savants du* XVI^e^ *siècle. Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN). — *Ont-ils été créés tels que nous les trouvons dans les strates, autrement, ont-ils vécu? Voy.* PACHON.

FOSSILISATION. — On comprend sous ce titre général tout ce qui se rattache, plus ou moins directement, aux *changements* par lesquels un corps vivant et jadis animé a passé d'une époque, alors actuelle, à une autre époque qui n'est plus, en laissant, dans les roches terrestres, des traces impérissables de sa forme caractéristique.

§ I.

Conditions de fossilisation dérivant de la nature et de la composition chimique des corps vivants.

Pour qu'un corps organisé soit susceptible de laisser au sein des couches des traces durables de son existence, il ne suffit pas que sa dureté et sa consistance lui permettent de résister à l'action mécanique des milieux environnants, et de conserver ainsi sa forme jusqu'à consolidation complète des sédiments où il se trouve enfoui; il faut encore que sa composition chimique soit telle qu'il puisse en même temps échapper à la décomposition organique, et que la dissolution de chacune de ses parties ne soit pas immédiate après sa mort.

La nature physique d'un corps organisé, c'est-à-dire sa consistance, sa solidité, sa dureté, etc., est essentiellement en rapport avec sa nature chimique, et connaître celle-ci, c'est, en quelque sorte, déterminer les caractères physiques : or la nature des éléments chimiques n'est pas, à beaucoup près, la même chez tous les animaux ; elle présente, il est vrai, des caractères généraux communs à toute la série animale, mais elle comporte aussi des différences particulières propres à chaque classe, à chaque ordre, ou même à chacune des parties d'un même corps organisé. Suivant ces différences, les caractères physiques varieront dans le même rapport, et la fossilisation offrira des modifications semblables.

La composition chimique comparée des fossiles de toute la série animale n'avait guère, jusqu'à ce jour, fixé d'une manière spéciale l'attention des géologues et des paléontologistes; du moins aucun travail d'ensemble n'avait encore été publié sur ce sujet. M. Hugard a essayé de combler cette lacune, en réunissant les matériaux épars dans les ouvrages et en y ajoutant d'autres matériaux bien plus nombreux, fruit de ses propres recherches. Une communication qu'il a faite dernièrement sur ce sujet, à la Société géologique de France, contient le résumé

de son travail, dont nous ne ferons que donner ici une analyse succincte.

Parmi les caractères chimiques qui distinguent les animaux entre eux, les uns, avons-nous dit, sont communs à toute la série animale. La présence de l'azote, par exemple, caractérise assez bien toute substance animale, et la distingue des substances végétales; les autres sont propres à telle ou telle division de cette série, ou même, dans certains cas, à telle ou telle partie d'un même corps organisé. Les caractères *communs* ne nous occuperont pas ici; leur étude nous entraînerait à de trop longs détails et à des discussions inutiles. Les caractères chimiques *spéciaux* ont pour nous une importance plus directe; ce sont aussi ceux-là que concerne principalement le travail de M. Hugard. Dans ce travail, l'auteur a groupé les faits, d'après les affinités chimiques de composition des corps organisés qu'il passe successivement en revue; cet ordre est celui que nous adoptons dans les considérations qui suivent.

Os, dents, cartilages des mammifères. — La composition chimique des *os* de mammifères peut se résumer par les chiffres moyens suivants : cartilage, complétement soluble dans l'eau, 32,17; vaisseaux, 1,13; phosphate basique de chaux, avec un peu de fluorure de calcium, 54,04; carbonate de chaux, 11,30; phosphate de magnésie, 1,16; soude avec une très-petite quantité de chlorure de sodium, 1,20, = 100 (Berzélius). Ces différents chiffres, comparés, nous démontrent que les matières terreuses l'emportent de beaucoup, par leur quantité relative, sur les matières animales, et que le phosphate de chaux forme même, à lui seul, plus de la moitié de l'ensemble de la matière osseuse. Le phosphate de chaux possède une dureté considérable; sa stabilité chimique est très-grande; faits qui seuls nous expliquent déjà pourquoi les os et les dents sont de toutes les parties d'un mammifère celles qu'on rencontre le plus fréquemment à l'état fossile. Du reste, tous les os du squelette, ou même les différentes parties d'un même os, ne contiennent pas les mêmes quantités proportionnelles de matière animale et de matière terreuse. Les os longs des membres offrent plus de matières terreuses que ceux du tronc; les os des membres supérieurs en renferment un peu plus que ceux des extremités inférieures, et en général les extrémités soumises à un travail plus actif, en présentent plus que ceux qui le sont moins. Les os spongieux sont aussi toujours relativement moins terreux que les os plus compactes. De ces faits, il est naturel de conclure que telle ou telle partie du squelette, tel ou tel os, ou même les différentes parties d'un même os, n'offriront pas des conditions semblables de fossilisation. C'est ce que prouve, en effet, le nombre comparé des différentes parties du squelette qu'on trouve à l'état fossile.

Les *cartilages*, qui, sous plus d'un rapport, peuvent être assimilés aux os proprement dits, offrent cependant une composition chimique assez différente par les proportions, sinon par la qualité des éléments qui les constituent. Les principes terreux que nous avons vus s'élever jusqu'à 66,50 environ pour 100 dans les os, ne sont plus que de 1 à 2 pour 100, au maximum, dans les cartilages. La gélatine en constitue la majeure partie; or, on sait que ce dernier principe est bien peu stable : nous n'aurons donc pas lieu de nous étonner si l'existence des parties cartilagineuses du squelette des mammifères n'a pas souvent été constatée à l'état fossile, malgré la dureté et la résistance presque osseuse que présentent quelques-unes d'entre elles. Du reste, ce que nous venons de dire des cartilages des mammifères s'applique également à ceux d'oiseaux et de reptiles, mais non aux cartilages de poissons.

Les *dents de mammifères* offrent, dans les différents groupes, une composition chimique à peu près semblable à celle des os dans les mêmes vertébrés, du moins quant à la nature des éléments qui les forment; il n'en est pas de même de la quantité relative des éléments comparés entre eux. L'un des principes terreux, le phosphate de chaux, est ici en quantité bien plus considérable que dans les os en général. Nous avons vu que dans ceux-ci la quantité du sel terreux s'élevait en moyenne à 54,04 pour 100; dans la substance des dents, cette quantité n'est jamais au-dessous de 60 et peut aller même jusqu'à 64 et 66. Les dents doivent à leur dureté et leur ténacité considérable la forte proportion de phosphate qu'elles contiennent. Du reste, la composition de la dent n'est pas identique dans chacune de ses parties; l'émail contient une bien plus forte proportion de phosphate que l'ivoire, et la substance corticale qui existe chez quelques mammifères contient, à son tour, bien moins encore de principes terreux que les deux précédentes; de là des différences essentielles de dureté; de là aussi des conditions variables de fossilisation.

Les défenses de divers mammifères, et en particulier de certains pachydermes, l'ivoire de quelques animaux du même ordre, les cornes de cerfs ont la plus grande analogie de composition avec les dents. Les cornes, toutefois, contiennent une plus faible quantité de phosphate et de carbonate terreux. Cependant les cornes de cerfs ne semblent pas différer par leur composition des os eux-mêmes.

La composition chimique des os d'oiseaux diffère peu de celle des os de mammifères; les proportions seules des éléments varient, pour un même poids. A volume égal, un os d'oiseau contiendra une aussi forte proportion de sels terreux que l'os d'un animal appartenant à la première classe de vertébrés, bien que, sous ce volume égal, sa densité soit beaucoup moindre à poids égaux. Cette même proportion des sels terreux dans un os d'oiseau sera de beaucoup supérieure à la quantité des mêmes éléments dans tout autre os de vertébré. Si donc la *qualité* des éléments constitutifs des os d'oiseaux ne

peut suffire à la faire distinguer de ceux de tous les autres vertébrés, la *quantité* de ces mêmes éléments pourra suppléer à ce défaut, et l'on conçoit, dès à présent, combien, dans ce cas, la différence quantitative pourra être utile au paléontologiste indécis sur la nature de fragments osseux dont les caractères zoologiques ne lui paraîtraient pas suffisamment tranchés.

La composition des os de reptiles n'a pas encore été étudiée en particulier; toutefois, il est à présumer qu'elle ne diffère pas beaucoup de celle des deux classes précédentes.

Des os de poissons. — La quantité des matières terreuses est, relativement à la matière animale, beaucoup moindre dans ces os que dans ceux des classes précédentes. Ce fait nous explique pourquoi les os de poissons sont rares à l'état fossile; il nous fournit en même temps un excellent moyen pour distinguer ces os à l'état fossile, par le seul caractère de la quantité absolue, sous un poids donné, de quelques-uns de leurs éléments essentiels; enfin il nous fait comprendre pourquoi les poissons étant rarement conservés à l'état fossile avec leur forme et leur volume réel, on les rencontre toujours très-déformés et aplatis, ou même le plus souvent, représentés par leurs écailles. Quant aux cartilages dont se compose uniquement le squelette de toute une division de la classe des poissons, leur composition diffère peu de celle des cartilages des autres classes de vertébrés; c'est toujours du phosphate de chaux, de magnésie, de fer, environ 0,1600; du sulfate de chaux, 0,1200; des traces de soufre, d'alumine, de silice, de potasse; et tout le reste, pour 100 parties, est de la matière animale. Cependant les cartilages de certains poissons présentent une dureté et une résistance presque égales à celles des os proprement dits : dans ce cas, leur fossilisation a pu devenir plus facile, et effectivement, il n'est pas rare de rencontrer des poissons cartilagineux fossiles. Toutefois dans ceux-ci, on remarque qu'il n'est plus rien resté d'organique que la forme; leurs principes élémentaires ont été totalement remplacés par des substances adventitielles de nature pierreuse qui ont pénétré, dans tous les sens, le corps perméable assez résistant pour conserver sa forme pendant toute la durée de la fossilisation, mais qui ne l'était pas assez pour échapper ensuite à la décomposition organique.

Les *cornes des ruminants*, la *carapace des chéloniens*, les *écailles des reptiles*, *des poissons*, le *squelette tégumentaire des annelés*, se ressemblent par une composition commune. Quelques-uns de ces organes se rencontrent fréquemment à l'état fossile; aussi est-il important de bien connaître leurs véritables caractères chimiques, afin d'en mieux comprendre les différences de fossilisation. Nous ne possédons pas encore de données bien certaines sur la composition chimique de la *carapace cornée* des *chéloniens*. Son origine fait présumer qu'elle n'est pas très-différente de celle des écailles de reptiles et de poissons, sur lesquelles nous allons donner quelques détails. Les *cornes creuses* des ruminants sont probablement aussi dans le même cas. Les *écailles de reptiles* consistent principalement, à l'état frais, en une sorte de substance cornée qui contient à peine, chez quelques genres, le crocodile dans le jeune âge par exemple, 1 et 1/2 pour 100 de matière terreuse, et pas plus de 3 pour 100 dans les écailles du même animal, qui forment la crête dorsale et qui paraissent en contenir le plus. La très-faible proportion de matières terreuses dans les écailles de cette grande classe de vertébrés explique facilement leur rareté à l'état fossile. Souvent les écailles qu'on a cru devoir attribuer à des reptiles étaient au contraire des écailles de poissons; et en effet, nous verrons plus loin que celles-ci offrent des conditions bien plus favorables de fossilisation que les premières.

Les *écailles de poissons* diffèrent essentiellement de celles des reptiles, quant aux proportions des éléments qui les constituent. Nous possédons un grand nombre d'analyses d'écailles de poissons vivants et fossiles. Toutes démontrent que, dans ces écailles, la proportion des sels terreux l'emporte de beaucoup sur celles des éléments analogues pour la classe précédente. Le phosphate de chaux y entre à lui seul dans la proportion de 42 à 46 centièmes de la masse totale; c'est-à-dire que l'écaille d'un poisson offre presque la compositiou d'un os. On voit par là combien il sera facile de distinguer, à l'état fossile, une écaille de poisson de celle d'un reptile. D'un autre côté, les écailles de poissons ne devront pas être rares dans les couches, et, en effet, ce sont quelquefois les seuls organes qui représentent l'animal à l'état fossile. Du reste, les écailles de reptiles, lorsqu'elles existent conservées dans les couches, y sont généralement remplacées par une matière siliceuse ou calcaire; au contraire, les écailles de poissons retiennent toujours, à l'état fossile, une quantité considérable de phosphate de chaux, comme le prouvent un grand nombre d'analyses chimiques de ces écailles, entreprises par M. Hugard, sur des échantillons pris à différents âges géologiques. Nous insisterons donc ici encore une fois sur les différences essentielles de composition, ou du moins de proportions dans les éléments qui constituent les écailles de poissons et de reptiles, en rappelant combien ces différences peuvent être utiles pour la détermination zoologique de débris fossiles appartenant à l'une ou à l'autre des deux classes de vertébrés; car il est souvent impossible de distinguer par les seuls caractères anatomiques ou extérieurs des écailles prises dans l'une ou l'autre de ces deux classes.

Les *ongles*, les *piquants*, les *crins*, les *poils*, les *cheveux*, etc., ont entre eux la plus grande analogie de composition, et diffèrent à peine, même dans la proportion des éléments qui les constituent. Nous n'insisterons donc pas plus longtemps sur l'impor-

tance des caractères que peut fournir leur composition chimique comparée pour la distinction des classes auxquelles ils appartiennent. Nous dirons seulement que chacun d'eux n'est qu'une simple dépendance du tissu cuticulaire, et comme tel se compose presque exclusivement de matière animale semblable au mucus. On y rencontre, de plus, un peu de phosphate de chaux, du carbonate de la même base, de l'oxyde de manganèse, du fer oxydé, du *fer sulfuré*, une quantité notable de silice et une quantité plus notable encore de soufre. Cette dernière circonstance mérite de fixer un instant notre attention. On attribue à la décomposition de substances animales la grande quantité de soufre, généralement à l'état de sulfure, qu'on rencontre dans certaines couches d'origine sédimentaire où abondent effectivement certains débris organiques. L'explication nous paraît peu probable, ou du moins insuffisante.

Les *plumes*, chez les oiseaux, dépendent, comme les organes précédents, du système cuticulaire; elles se composent également, en grande partie, de mucus animal.

Que conclure de tous ces faits? Qu'on espérerait en vain trouver avec abondance, à l'état fossile, la plupart des organes que nous venons de citer : d'abord leur solidité et leur résistance aux agents mécaniques extérieurs n'est pas très-grande, et puis ils se composent d'éléments, tout à fait instables, dont la putréfaction s'empare promptement. Car la plus grande partie de ces éléments sont solubles. Aussi les cas de crins, poils, ongles, etc., fossiles, cités jusqu'à ce jour sont-ils extrêmement rares et, en quelque sorte, exceptionnels.

Des téguments et autres pièces cornées des animaux annelés. — Dans l'embranchement des annelés, la classe qui compte le plus grand nombre de représentants à l'état fossile est, sans contredit, celle des crustacés. La classe des annélides, moins toutefois les tubicoles, et celle des arachnides n'ont laissé, au sein des couches, que quelques vestiges de leur existence. Après les crustacés, viennent, par ordre d'abondance, les insectes, puis les cirrhipèdes. Ceux-ci, par la grande analogie de leur enveloppe testacée avec celle des mollusques, se rencontrent abondamment dans quelques terrains. Voyons jusqu'à quel point les conditions chimiques de ces différents corps pourront expliquer leur abondance relative dans les couches terrestres.

L'enveloppe solide des crustacés est formée d'une grande quantité de carbonate de chaux, d'une moindre quantité de matière animale et d'une quantité toujours décroissante de phosphate calcaire. Toutefois la proportion de ces éléments varie avec l'animal de tel ou tel ordre, ou même quelques-uns d'entre eux peuvent disparaître complétement suivant le genre. On voit, en effet, tel crustacé présenter une enveloppe extérieure à peine cornée, tandis que tel autre présentera cette même enveloppe encroûtée de matière calcaire et constituant un test d'une solidité remarquable, comparable même, dans certains cas, à celle des os des animaux supérieurs. Lorsque le squelette tégumentaire du crustacé est de nature seulement demi-cornée, elle se compose presque en entier d'albumine et d'une substance particulière nommée *chitine*, substance qu'on retrouve également dans les téguments des insectes. Lorsqu'au contraire la carapace du crustacé est osseuse, on y rencontre, outre l'albumine, les éléments que nous avons cités ci-dessus; mais dans l'un et l'autre cas, la substance qui en constitue la base et qui donne leur forme aux téguments est la chitine, principe organique, découvert d'abord qar M. Odier, retrouvé, plus tard, par d'autres chimistes et étudié tout spécialement par M. Milne Edwards. Ce savant zoologiste a reconnu, dans la carapace du *carcin menade*, environ 100 pour 100 de chitine, 18 d'eau, 63 de sels mêlés à un peu de matière animale soluble à froid dans une petite quantité d'acide hydrochlorique faible et environ 8 d'albumine. Dans les segments dorsaux des anneaux abdominaux du même animal, il a trouvé 20 pour 100 de chitine et 54 de matières salines.

Cette observation prouve que certains crustacés offrent les conditions les plus favorables à la fossilisation : composition chimique et solidité se réunissent pour les préserver de la désorganisation putride et de la destruction mécanique. Aussi les crustacés présentent-ils, en général, un degré de conservation remarquable à l'état fossile, quel que soit, du reste, leur âge géologique; tels sont, par exemple, les fameux trilobites de Dudley, les crustacés décapodes de bien d'autres localités; et si nous ne trouvons pas un très-grand nombre de ces animaux à l'état fossile, dans toute la série des autres étages, c'est qu'apparemment la classe en était moins nombreuse en individus que dans la nature actuelle. N'oublions pas, du reste, que leur composition chimique varie beaucoup dans chacune des familles, dans chacun des genres, ou même dans chacune des espèces.

Le *tégument externe dans les insectes* est souvent aussi, comme dans les crustacés, de consistance rigide et cornée; il se compose, ainsi que les ailes, chez ces mêmes animaux : 1° d'une matière animale particulière qu'on a nommée *entomoléine*, la même que nous avons déjà nommée chitine dans les crustacés; 2° d'un autre matière animale propre, qui a reçu le nom de *coccine;* 3° d'huile colorée diversement suivant les espèces. A ces trois sortes de principes organiques, il faut ajouter de petites quantités d'alumine, de sous-carbonate de potasse, de phosphate de chaux, etc. On voit, par cette composition, que les téguments des insectes ont la plus grande analogie avec la corne des animaux vertébrés. Ce que nous avons dit des conditions de fossilisation de ces derniers organes s'applique donc également aux organes de composition analogue qu'on retrouve chez les insectes. Les insectes n'ont laissé à l'état

fossile que de très-rares débris de leur squelette. Dans quelques cas plus rares encore, les ailes, qui ont la plus grande analogie de composition avec les autres parties du squelette tégumentaire, paraissent bien conservées. Les insectes renfermés dans l'ambre sont un cas tout à fait exceptionnel sur lequel nous ne croyons pas devoir insister ici.

Des coquilles des mollusques, etc. — De tous les animaux, ceux qu'on rencontre le plus fréquemment à l'état fossile sont, sans contredit, les mollusques, soit que le nombre de ceux-ci ait été réellement plus considérable que celui des autres animaux, aux différentes époques géologiques, soit que leur habitude d'existence dans les eaux les ait placés dans des conditions plus favorables de conservation, soit enfin que la nature de leur enveloppe solide en ait rendu la transformation plus facile. La composition chimique du test des coquilles est telle qu'on ne doit pas s'étonner de leur bonne conservation dans les couches même les plus anciennes. Cette composition n'est pas toujours identique dans chaque classe de mollusques, où elle offre des différences dans les genres, dans les espèces. Toute coquille est composée de matière animale et de carbonate de chaux; seulement, les plus compactes montrent une plus forte proportion de ce dernier principe. Voici à peu près les nombres proportionnels qui pourraient représenter la composition chimique de la coquille des mollusques : carbonate de chaux, 95 à 96 pour 100; phosphate de chaux, 1 à 2; eau, 1 à 1 et 1/2; matière animale, 1. Les coquilles des céphalopodes contiennent bien plus de matière animale que celles des autres classes. Certaines coquilles d'acéphales renferment, outre la matière animale et le carbonate de chaux, du phosphate calcaire, du carbonate de magnésie, de l'oxyde de fer, et même, dans quelques-unes, celles des huîtres par exemple, la proportion de matière animale est si minime, qu'à peine en peut-on tenir compte. Cette dernière circonstance nous explique l'énorme quantité d'huîtres fossiles qu'on rencontre dans la plupart des couches.

Les téguments testacés des cirrhipèdes et ceux des annélides *tubicoles* offrent, à peu de chose près, la composition élémentaire des coquilles de mollusques.

Carapace testacée, *carapace siliceuse*, de certains animaux microscopiques, dits *foraminifères* et *infusoires*, etc. — Nous ignorons si, jusqu'à ce jour, on a essayé de faire l'analyse chimique des organes de ces animaux, à l'état vivant. Quel que soit le résultat obtenu, on peut affirmer par avance que ces organes, surtout ceux dont la nature était siliceuse, ont dû offrir, dans tous les cas, les conditions les plus favorables à la fossilisation; on sait, en effet, que certaines roches, en couches très-étendues dans quelques localités, le tripoli par exemple, sont complétement formées de débris de la carapace siliceuse de ces singuliers animaux.

Des polypiers. — On connaissait déjà, depuis fort longtemps, d'une manière générale, la composition chimique de différents polypiers. Hatchett avait donné, dans les *Philosophical Transactions*, vol. XVII, des résultats d'analyses *qualitatives* faites sur des dendrophyllies, des gorgones, des tubipores, etc., et l'on savait, d'après ces analyses, que les polypiers consistaient principalement en carbonate de chaux imprégnant une sorte de membrane de nature gélatineuse, laquelle retenait, jusqu'à un certain degré, la forme et la structure du zoophyte, après la dissolution de celui-ci dans l'acide azotique.

Dans certains polypiers, Hatchett avait trouvé une petite proportion d'acide phosphorique. Les proportions relatives de carbonate de chaux, de phosphate de chaux, et de matière animale avaient paru extrêmement variables dans les différents genres. Depuis Hatchett, M. Silliman jeune a cru devoir soumettre, d'après les moyens plus parfaits que nous possédons aujourd'hui, à de nouvelles analyses plus rigoureuses, la composition chimique, non-seulement *qualitative*, mais encore *quantitative*, des zoophytes pierreux. Dans la plupart des coraux calcaires qu'il a examinés, il a trouvé une petite quantité, sur 100, de magnésie, d'alumine, de fer, de silice, d'acide phosphorique et de fluor, outre le carbonate de chaux qui constitue, après qu'on a séparé la matière animale, les 97 à 98 centièmes de la masse totale. La tige cornée de la *gorgonia setosa* lui a fourni une proportion considérable d'alumine, outre de l'acide phosphorique, un peu de carbonate de chaux et 93 pour 100 de matière animale. Tous ces résultats sont consignés dans un ouvrage de M. Dana, intitulé *Sur la structure et la classification des zoophytes*, et dans différents endroits du *Journal américain* dirigé par M. Silliman. Nous trouvons une explication suffisante de l'origine des éléments qui composent les polypiers, dans la composition même des eaux de la mer où ils sont appelés à vivre et dans celles des fonds solides où ils fixent leur demeure. Il est inutile de développer ici les transformations successives que les polypiers doivent subir en passant à l'état fossile; ils ne perdent guère, pour passer à cet état, que la quantité variable de matière animale qu'ils contiennent. La composition chimique des polypiers est d'une haute importance en géologie, pour expliquer la formation de couches puissantes qui, dans certains étages, sont presque exclusivement composées de polypiers.

Pour compléter ce que nous avons à dire sur la composition chimique comparée des diverses parties organiques qu'on peut rencontrer à l'état fossile, nous ajouterons quelques mots sur celle des coprolithes des différentes classes de vertébrés. Nous avons annoncé ailleurs (*Voy.* COPROLITHES) que les coprolithes diffèrent entre eux par la forme; ils diffèrent également par la nature chimique, qui se résume dans les principaux chefs suivants : 1° Les coprolithes de mammifères (ceux des cavernes de Lunel Viel, par exem-

ple) sont composés, pour 1000 parties, de phosphate de chaux, 625; carbonate de chaux, 150; eau, 120; limon siliceux coloré par l'oxyde de fer, 55; matière organique, des traces, mais en moindre quantité que dans les os; fluorure de calcium, des traces; perte, 50. — 2° Les coprolithes d'oiseaux, ceux de Chicopee, par exemple, ont fourni à l'analyse pour 100 : eau, matière organique, urate et sels volatils d'ammoniaque, 10,30; chlorure de sodium, 0,51; sulfates de chaux et de magnésie, 1,75; phosphates de chaux et de magnésie, 39,60; carbonate de chaux, 34,77; silicate, 13,07. Ces résutats offrent la plus grande analogie avec ceux que fournit le *guano*, matière coprolithique d'oiseaux, non fossile. — 3° Les coprolithes de reptiles. — 4° Les coprolithes de poissons paraissent composés de phosphate et de carbonate de chaux, jusqu'à 90 pour 100, de phosphate de magnésie, d'oxydes de fer et de manganèse, de silice, de traces de matière animale, etc. Si nous comparons ces différents résultats d'analyses de coprolithes, empruntés aux quatre classes de vertébrés, nous trouverons que les coprolithes de mammifères diffèrent peu de ceux des poissons, et ne s'en distinguent que par la forme; que, dans les coprolithes de reptiles, la quantité de phosphate et de carbonate calcaires paraît moindre; enfin que, dans les coprolithes d'oiseaux, la proportion ou même la seule présence d'acide urique suffira toujours pour les distinguer de ceux de toutes les autres classes. Au reste, la composition générale des coprolithes est sensiblement différente de celle de toutes les autres parties organiques et servira à les séparer facilement de celles-ci, quelles qu'elles soient. Ajoutons toutefois qu'il est difficile de se faire une idée exacte de la composition chimique comparée des différents coprolithes; car ces corps n'étaient pas parfaitement compactes et imperméables à l'état frais; de sorte que, dans la plupart des cas, ils ont été pénétrés, avant de passer à l'état fossile, d'une plus ou moins grande quantité de substances étrangères.

Les considérations qui précèdent, relativement à la composition chimique comparée dans les corps organisés vivants de fossiles, nous conduisent, en résumé, aux principales conclusions suivantes :

La composition chimique n'est pas la même dans toute la série des corps à l'état vivant; elle varie suivant les grandes divisions du règne animal, suivant les classes, les ordres, les genres, les espèces, ou même suivant les différentes parties d'un même individu;

Du caractère de la composition chimique dépend essentiellement le caractère physique du corps organisé; et des deux caractères réunis découle essentiellement l'une des conditions les plus importantes de la fossilisation;

La composition chimique est telle, même à l'état fossile, que dans le plus grand nombre de cas, on peut déterminer, par les seuls caractères qu'elle fournit, le rang zoologique du corps fossile;

D'autres considérations, qui seront développées dans le cours de cet ouvrage, nous montreront que, par la composition chimique, on peut déterminer jusqu'à un certain degré, l'âge géologique du fossile;

Enfin la composition chimique comparée des différents fossiles nous fournira de très-utiles renseignements sur les circonstances qui ont pu accompagner la formation de certaines couches fossilifères.

§. II

Substances minérales fossilisantes.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, la conservation d'un corps organisé dans les couches terrestres dépend de sa nature plus ou moins résistante, de sa composition chimique et des milieux qui l'entourent lors de son enfouissement dans les couches terrestres. Que les sédiments soient produits par le lavage des continents ou par la trituration des côtes maritimes due à l'action de la mer, il n'en est pas moins vrai que les sédiments déposés par les eaux sont les plus puissants agents de conservation des corps. Or les éléments arrachés aux roches préexistantes sont principalement pierreux ou terreux, tandis que les roches salines métalliques ou combustibles sont des exceptions. Aux premiers se rapportera la silice, aux seconds le carbonate de chaux. Les deux substances qui forment la majorité des fossiles, sont la silice, et plus spécialement le calcaire. La plupart des fossiles paléozoïques, jurassiques, crétacés ou tertiaires sont à l'état de carbonate de chaux. Tantôt cette substance minérale y est à l'état grossier, tantôt à l'état compacte, tantôt à l'état spathique. Lorsque la dépouille animale présentait une cavité assez large pour permettre au sédiment grossier de s'introduire, celui-ci a pénétré, en remplissant l'intérieur, et l'enveloppe testacée, déjà composée de carbonate de chaux, s'en est assimilé une nouvelle quantité arrachée au sédiment environnant et qui est venu remplir les vides laissés par la soustraction de la matière animale; aussi le test est-il généralement plus compacte dans les fossiles que les cavités intérieures qu'il circonscrit. Lorsqu'au contraire, le corps organisé ne présentait aucune cavité à remplir, et seulement une masse solide à minéraliser, cette minéralisation n'a pu s'opérer qu'au moyen de molécules très-fines, et alors la totalité de cette masse a passé à l'état de carbonate de chaux compacte. Lorsqu'enfin ce remplissage s'est fait dans des circonstances favorables au groupement régulier des molécules fossilisantes, le carbonate de chaux a pris la forme spathique Cette forme est plus fréquente dans les anciens terrains. Dans les fossiles tertiaires, le carbonate de chaux est, pour ainsi dire, resté ce qu'il était à l'état vivant; seulement le test est devenu plus poreux, par l'ablation de la matière animale qu'il contenait à l'état vivant; et le carbonate de chaux en est plus terreux que compacte

La silice, bien que plus rare que le carbonate de chaux dans les fossiles, est cependant encore assez fréquente, beaucoup plus, du moins, qu'aucune autre des substances minérales qui vont suivre. Comme le calcaire, la silice peut être tenue dans les eaux à l'état de dissolution ou à l'état de suspension fine, ou enfin à l'état de sédiment grossier. A ce dernier état, la silice provient de la désagrégation, de la trituration par les eaux, de roches préexistantes ; elle constitue les grès, les sables, etc. Les fossiles à l'état de grès ne sont pas rares ; mais on ne les rencontre qu'à l'état de moules intérieurs, remplissant, par exemple, des coquilles de mollusques ou tout autre corps à cavités libres intérieures ; la matière siliceuse, trop grossière pour pénétrer la coquille, n'a fait que remplir la cavité qu'elle circonscrit. Dans la plupart des cas, cette coquille elle-même a disparu en laissant un vide ; car les couches de grès sont essentiellement perméables aux eaux, et celles-ci ont ainsi pu facilement entraîner ou même dissoudre la matière calcaire des corps organisés seulement ; aussi est-il rare de rencontrer des fossiles entiers convertis en grès, On doit remarquer que dans plusieurs localités, les fossiles des grès sont en carbonate de chaux. La silice à l'état de division fine paraît avoir été beaucoup plus puissante pour pénétrer les substances organisées, et dans tous les cas où un fossile se présente à l'état siliceux, la silice, pour remplir ce fossile, semble avoir subi une véritable dissolution ; du moins présente-t-elle toujours les caractères physiques généraux qui se sont formés sous de telles circonstances. Tels sont les quartz hyalin, compacte, vitreux, incolore, diversement imprégnés de substances métalliques étrangères, quartz-agate, calcédoine, cornaline, etc., quartz-silex, pyromaque, corné, etc., quartz-jaspe, quartz-résinite, etc.

Nous pourrions placer ici, comme substance minérale fossilisante d'une certaine fréquence, le sulfure de fer (pyrite ou sperkise). Certaines couches des terrains jurassiques ou crétacés paraissent contenir une énorme quantité de fer à l'état de sulfure, et dans ces couches, comme dans celles qui contiennent beaucoup de silice, ce sont les corps organisés qui en contiennent les plus fortes proportions ; même en certains cas, les fossiles en sont totalement pénétrés, tandis que les couches qui contiennent ces fossiles n'en présentent que fort peu. Les fossiles à l'état de fer sulfuré abondent surtout dans certaines couches des étages jurassiques, dans l'étage liasien de Vieux-Pont (Calvados), dans l'étage collovien des Vaches-Noires, dans l'étage néocomien des Hautes-Alpes, etc. Les corps ainsi pénétrés appartiennent à toutes les classes d'animaux, mais principalement aux ammonites.

On sait jusqu'à quel point abondent, dans l'argile bleue de Shepey, les graines fossiles à l'état de pyrite.

La décomposition des pyrites de fer a quelquefois donné lieu à un accident de fossilisation fort remarquable. On voit dans certaines couches, des fossiles entièrement couverts en soufre natif, et ce corps simple, qu'on ne peut guère supposer avoir remplacé *à priori* les corps organisés, s'y trouve ainsi, sous l'influence de certaines forces, au nombre des substances minérales fossilisantes. M. Braun (354) cite, sur le territoire des communes de Willel, Libros et Riodeva, dans la province de Teruel (Aragon), une couche régulière de marne gypseuse imprégnée de soufre, dont la partie inférieure contient une immense quantité de restes organiques, surtout des *Planorbes*, quelques lymnées, etc., avec leurs moules intérieurs formés par le soufre. Très-souvent leur test se trouve parfaitement conservé. La partie supérieure contient aussi de nombreux fossiles, mais ils sont presque entièrement confondus dans la roche mélangée de soufre et de marne bitumineuse, contenant 50 à 70 0/0 de soufre.

Les substances minérales, beaucoup plus accidentelles que les précédentes, dans les fossiles, sont : parmi les substances terreuses, la *barytine* (sulfate de baryte). Il existe, aux environs d'Alençon, un gisement de fossiles ainsi convertis en sulfate de baryte, consistant en polypiers (*astræa*) et en coquilles bivalves (*lima*). Ces fossiles forment des masses disséminées au milieu d'un sable argilo-ferrugineux qui contient quelques graines de feldspath, sur le granit et au-dessous du calcaire oolytique. M. Delanoue a rencontré, près de Nontron (Dordogne), un calcaire magnésien contenant des bélemnites dont la substance a été remplacée par de la barytine. On trouve, dans la même localité, des tellines et autres coquilles converties en cette substance. Plusieurs localités en Angleterre contiennent également des fossiles barytiques.

On voit, dans certains endroits du Derbyshire, en Angleterre, des fossiles à l'état de fluorine (chaux fluatée), particulièrement des crinoïdes et quelquefois aussi des mollusques testacés.

Le *gypse* (sulfate de chaux hydratée) remplit rarement les fossiles creux. Les ossements de vertébrés qu'on rencontre en abondance dans les gypses tertiaires de la France en offrent rarement, à l'analyse, la moindre parcelle. Toutefois, on rencontre des cristaux de gypse dans la cavité de certaines coquilles.

La série des substances minérales désignées, en général, sous le nom de *pierres*, et composée en grande partie de silicates à bases terreuses multiples ne se rencontrent pas à l'état fossile, excepté le quartz et ses variétés, qu'on fait rentrer dans cette grande classe. On cite néanmoins des moules de fossiles testacés, à l'état de *hornblende*. La plupart des *pierres* sont des substances essentiellement cristallines, et dont la cristallisation s'est opérée par fusion ignée ou par

(354) Bull. Soc. géol., vol. 12, p. 172.

sublimation. On conçoit que la présence de corps organisés est impossible au milieu de semblables agents; car, en supposant même qu'ils eussent existé dans les couches aujourd'hui pénétrées de ces sortes de substances ignées, la chaleur, produite lors de la production de celles-ci, les aurait infailliblement anéantis.

Les substances métalliques sont plus fréquentes dans les fossiles. Nous avons vu les fossiles à l'état de sulfure très-abondants dans certaines couches. Les corps organisés convertis en *limonite* (fer peroxydé hydraté), ne sont peut-être pas moins abondants : du moins sont-ils plus généralement répandus dans la série des terrains. Souvent, les fossiles à l'état de limonite ne sont que des épigénies formées aux dépens de fossiles d'abord pyriteux et dont le soufre aurait disparu pour faire place à l'oxygène. D'autres fois, les corps organiques ont été convertis directement en limonite; c'est le cas des fossiles qu'on rencontre en grand nombre dans certaines couches oolitiques, à la formation desquelles le fer n'a pas moins de part que le calcaire ou d'autres substances non métalliques. La limonite se trouve ordinairement à l'état terreux ou compacte; aussi, est-ce à cet état que se rencontrent les fossiles convertis en cette substance.

Il existe également des fossiles à l'état de fer *oligiste* (sexquioxyde de fer). Tout le monde connaît ces coquilles si remarquables de cardinia, de lima, de gastéropodes et de polypiers, qu'on voit en immense quantité dans la lumachelle ferrugineuse de l'étage sinémurien de Beauregard (Côte-d'Or). Le test de ces fossiles singuliers est complétement converti en fer oligiste très-cristallin et lamellaire, de la variété dite *spéculaire*. Quelques-uns sont simplement à l'état d'oligiste rouge terreux; d'autres à l'état de limonite. Jamais l'intérieur de ces bivalves ainsi minéralisées n'est rempli lui-même par le fer oligiste spéculaire.

Le *fer vivianite* (fer phosphaté, fer azuré) se rencontre quelquefois dans les fossiles, en remplissant la cavité, tapissant cette cavité de cristaux, ou plus rarement y prenant la place du test lui-même. Les fossiles convertis en vivianite nous offrent, comme nous l'avons déjà vu ci-dessus, un magnifique exemple d'épigénie minérale. Le phosphate de chaux, qui constituait la plus grande partie du corps organique à l'état vivant, a fini par perdre en totalité sa base alcaline, l'oxyde de calcium, pour s'attribuer une autre base métallique, l'oxide de fer; de là, formation du phosphate de fer. Ces sortes d'épigénies sont peut-être plus fréquentes qu'on ne le pense; seulement, dans un grand nombre de cas, la transformation chimique s'est faite de telle sorte que la structure organique ou les formes extérieures des fossiles ont été anéanties; c'est alors surtout qu'on a la vivianite pulvérulente, si fréquente dans certains terrains abondants en débris organiques. Il existe en Crimée un dépôt tertiaire où se trouvent des coquilles dont le test est en partie conservé avec sa substance primitive, tandis que l'intérieur est rempli de cristaux diversement entre-croisés de vivianite prismatique bleu foncé. M. d'Orbigny possède de magnifiques échantillons ainsi tapissés de cristaux de fer phosphaté, qui lui ont été donnés par M. Hommaire de Hell.

A la Bouiche, en Bourgogne, on a trouvé des vertébrés fossiles dont l'intérieur était tapissé de cristaux de cette substance. Le fer phosphaté bleu pulvérulent revêt quelquefois, sous forme de belles taches bleues, la surface de certaines coquilles; tels sont quelques échantillons de Grignon, près de Versailles. Dans ces sortes d'épigénies, on rencontre encore quelques traces de matière organique : ainsi M. Thompson a trouvé, dans un échantillon de vivianite, 2,80 sur 100 de cette matière. Enfin, on rencontre, dans certaines couches, des fragments d'ivoire, des dents ou autres parties de divers animaux pénétrés de fer phosphaté, qui leur a donné une couleur bleue. Cette couleur les a fait comparer aux *turquoises* orientales, qui ne sont autre chose que des substances pierreuses colorées par de l'oxyde de cuivre, et susceptibles de recevoir un beau poli. Les fausses turquoises (calaïtes), qui seules doivent nous occuper ici, ne présentent pas une transformation organique complète. Le phosphate de fer y existe en faible quantité, proportionnellement au phosphate de chaux qui subsiste encore.

Sidérose (fer carbonaté). Cette espèce minérale n'existe guère dans les fossiles qu'à l'état lithoïde ou compacte. Tout le monde connaît ces sortes de masses sphéroïdales aplaties ou noduleuses, irrégulières, de fer carbonaté dont la grosseur est variable, qu'on rencontre quelquefois en grand nombre dans certaines couches de l'étage carbonifèrien, souvent disposées sur des plans parallèles à la stratification. Ces masses arrondies (*sphérosidérites*, *fer oolitique des houillères*) sont pleines et compactes; mais on remarque souvent qu'elles se composent de couches concentriques, et qu'au milieu se trouvent, parfois, des corps organisés, des poissons fossiles. Ces nodules de fer carbonaté lithoïde ne sont pas exclusifs aux terrains houillers. On voit dans l'étage liasien, au milieu d'argiles très-fines, aux environs de Nancy (Meurthe), par exemple, des nodules semblables, contenant un échantillon d'ammonite, ou beaucoup d'autres coquilles.

Le cuivre fournit quelques-unes de ses espèces au remplissage des corps organisés; la *chalkopyrite* (sulfure double de cuivre et de fer) paraît même avoir, sous ce rapport, quelque fréquence. C'est surtout dans les terrains triasiques que les émissions sulfo-cuivreuses (si telle est l'origine du cuivre qu'on rencontre en certaine abondance dans ces terrains) paraissent avoir exercé une action plus marquée. Les schistes bitumineux de Mansfeld contiennent de nombreuses empreintes de poissons dont les écailles sont à l'état de cuivre sulfuré Berg-

mann a cité une anomie complétement convertie en cuivre sulfuré, qui aurait été trouvée en Norwége, dans une gangue de minerai de fer magnétique (?). Enfin, on dit qu'il existe en Sibérie des végétaux transformés en chalkopyrite. La *chalkosine* (cuivre sulfuré) existe à Frankenberg (Hesse), sous forme de petites masses ovales et aplaties, dont la surface présente des espèces d'écailles imbriquées à la manière des cônes de pin. Cette configuration a fait penser à quelques naturalistes que les types de cette pseudomorphose pourraient bien être des portions de cônes de pin, qui auraient été pénétrées ou même remplacées par le cuivre sulfuré. D'autres croient que ce sont les épis d'une espèce de graminée, le *Phalaris bulbosa* de Linné. Quoi qu'il en soit, cette variété de cuivre sulfuré qu'on a nommée, dans le pays, argent en épis, se trouve dans des filons qui traversent le terrain primitif, et reposent sur une gangue argileuse. Ces deux circonstances semblent exclure l'idée que la pseudomorphose ait été produite sur une substance végétale, ou pour mieux dire sur une substance organique. Enfin on cite des fossiles transformés en azurite et en malachite, entre autres des végétaux en Sibérie.

Le *plomb* est représenté, dans les fossiles, par la galène (plomb sulfuré). Il existe aux environs de Semur (Côte-d'Or) des huîtres complétement transformées en cette substance; mais, le plus souvent, elle a été trouvée seulement en cristaux disséminés dans des végétaux. On cite également une belle impression de feuille découverte sur du plomb sulfuré, dans les houillères de Zwickau.

Il existe, dans certains districts du Mississipi supérieur, riches en gisements de plomb, des calcaires dont les fossiles sont remplis de galène.

Le *mercure* cinabre (mercure sulfuré), plus ou moins mélangé de substances impures, remplit quelquefois les cavités de coquilles de mollusques; rarement il remplace la substance même de leur test. Le mercure sulfuré appartient aux terrains paléozoïques, les roches qui le renferment en plus grande abondance sont le grès houiller proprement dit, le grès quartzeux, les schistes bitumineux et les argiles endurcies subordonnées au calcaire qui recouvre la première de ces roches. Presque toujours, dans ce dernier gisement, le mercure sulfuré est accompagné de débris de corps organisés, tels qu'empreintes de poissons, coquilles fossiles, bois silicifié, petits amas de houille et d'anthracite.

Le *zinc* présente deux espèces principales ayant quelque abondance dans la nature : la *calamine* (zinc silicaté) et la *blende* (zinc sulfuré). La calamine, dans beaucoup de pays, existe en véritables couches étendues; on a cru reconnaître, dans ces couches ou dans les dépôts qui leur étaient immédiatement superposés des échantillons de cette substance remplissant des coraux ou des coquilles. Bergmann assure aussi avoir vu de la blende sous forme de coraux. Ces deux faits, ou du moins le dernier, sont sujets à controverse.

Il nous resterait, pour terminer la liste des substances minérales rencontrées jusqu'à ce jour dans les fossiles, à parler de certaines substances charbonneuses qui remplacent quelquefois les corps organisés enfouis dans les couches. Telles sont, en particulier, les substances bitumineuses; mais, comme, dans ce cas, la matière de remplissage provient de la décomposion même des principes charbonneux dont le corps de l'animal était en partie formé à l'état vivant, nous en parlerons, plus tard, en traitant du processus ou procédé de la fossilisation.

§ III.

Processus de fossilisation.

La *fossilisation*, ou pour mieux dire, le *processus* de la fossilisation est une sorte de phénomène par lequel un corps organisé perd plus ou moins de sa nature primitive et *normale* pour se convertir en une substance nouvelle qui, sous la forme du corps organisé lui-même, présente des caractères de composition chimique ou de structure plus ou moins différente du corps originaire. On distingue plusieurs modes de fossilisation. On connaît plusieurs procédés de fossilisation.

Fossilisation par altération ou mieux par *ablation* simple. Le corps organique perd une partie de ses éléments premiers, et en général, d'abord sa matière animale plus vite décomposable et volatile. C'est le cas de la plupart des fossiles récents des cavernes, des coquilles contemporaines, etc. Ce mode de fossilisation semble être le premier passage par lequel le corps organisé, qui doit devenir plus complétement fossile, commence ses phases de transformation.

Fossilisation par incrustation, à la surface. C'est une sorte de procédé mécanique dont l'effet est de recouvrir, d'envelopper, et même, jusqu'à un certain point, de pénétrer un corps par une substance minérale, qui vient se montrer à sa surface, comme des cristaux d'un sel se groupant autour d'un fil qu'on suspend dans une dissolution saturée. Après cette incrustation, le corps intérieur peut avoir disparu par une cause quelconque, ou bien avoir échappé à la destruction et subsister avec toutes ses formes et sa nature première. Le corps intérieur, totalement détruit, a laissé après lui un vide qui représente sa configuration extérieure ou intérieure et un nouveau mode de fossilisation s'ajoute alors au premier, celui de la *pénétration*, que nous aurons occasion d'expliquer tout à l'heure. Les substances minérales incrustantes sont principalement le carbonate de chaux et la silice. On sait que le carbonate de chaux est soluble dans l'eau ordinaire, à la faveur d'un excès d'acide carbonique. Toutes les eaux contiennent de l'acide carbonique; il en est même

qui en contiennent plusieurs fois leur volume : mais, à l'air et à la température ordinaire, l'excès d'acide, en vertu de sa force élastique, ne tarde pas à reprendre l'état de gaz, ce qui explique très-bien comment les eaux acidulées ou gazeuses forment des incrustations sur les corps qu'elles baignent. Telles sont, par exemple, les eaux de Saint-Philippe en Toscane, de la fontaine de Saint-Allyre, près de Clermont. Lorsque l'incrustation est longtemps prolongée, elle ne tarde pas à se communiquer, de proche en proche, dans l'intérieur de la masse du corps incrusté ; et, alors, au premier phénomène vient s'ajouter celui de la *pénétration*. Peu de fossiles sont simplement à l'état d'*incrustation*.

On a encore quelques autres exemples de substances minérales incrustantes, comme les sulfures de fer ou de cuivre, la limonite, etc., mais ces cas sont beaucoup plus rares. On cite toutefois de fort beaux exemples de concrétions pyriteuses dans certains terrains (les argiles de Dives, l'argile plastique tertiaire, etc.). Dans ce dernier étage, les corps organisés, enveloppés de la croûte pyriteuse, sont *altérés*, mais non pas complétement *remplacés*. Cette croûte elle-même est essentiellement tuberculeuse, mamelonnée, ce qui ne permet aucun doute sur son mode de formation.

Fossilisation par introduction mécanique grossière. Ce mode de fossilisation se rapporte principalement aux corps organiques dont l'enveloppe, osseuse, cornée ou testacée, présente une cavité plus ou moins close, munie toutefois d'ouvertures qui permettent une entrée facile aux matières des sédiments environnants. On rencontre ce mode de fossilisation dans la plupart des mollusques fossiles dont le test circonscrivait une cavité intérieure plus ou moins complète où pouvait s'opérer très-librement l'introduction mécanique des substances minérales environnantes. Le test, dans ces corps, est assez résistant ; les substances minérales introduites pouvaient en prendre facilement la forme, en donnant ainsi naissance à ces sortes de noyaux de remplissage que nous avons appelés des *moules intérieurs*. —*Voy.* MOULE. — Le test ainsi enveloppé à l'extérieur, rempli à l'intérieur, perd insensiblement, sous l'influence de certaines circonstances environnantes, une partie de ses éléments constituants. Ces cas se présentent fréquemment ; mais en général le test a acquis de nouveaux principes empruntés à la couche elle-même qui l'enveloppe.

Fossilisation par pénétration moléculaire, ou en quelque sorte par introduction plus intime de matières beaucoup plus ténues. La pénétration est une sorte de filtration des matières solides au travers de la masse organique. Elle accompagne souvent les incrustations chez lesquelles il est rare que la matière incrustante s'en tienne à la surface extérieure. Peu de fossiles ont échappé à son influence ; car, dans tout liquide chargé de sédiments, les parties sédimentaires peuvent se trouver à un état d'extrême division, voisine, pour ainsi dire, de l'état de dissolution. Un sédiment très-fin n'aura pas de peine à *pénétrer* des substances déjà altérées, et chez lesquelles le déplacement des premiers éléments qu'aura entraîné la décomposition, aura laissé, par là même, de nombreux vides intermoléculaires. Toutefois, la matière animale peut être *pénétrée* de substances minérales sans rien perdre, pour ainsi dire, de ses éléments organiques ; ce qui distingue ce procédé d'un autre, celui de la *substitution*, où la perte des éléments est plus ou moins complète. Enfin, pour bien distinguer la pénétration de l'introduction, il nous suffira d'ajouter que celle-ci a lieu dans les cavités qui lui sont offertes, tandis que celle-là se fait au travers des parois elles-mêmes de ces cavités, ou encore au travers des corps pleins dans toute leur masse. Un seul exemple fera comprendre cette distinction. On rencontre souvent des ammonites dont la dernière loge, celle qui est immédiatement en rapport avec le milieu environnant, se trouve remplie par des cassures, de la pâte plus ou moins grossière qui forme la couche où elles ont été déposées, tandis que les autres loges sont remplies d'une pâte fine ou même seulement tapissées de cristaux. La substance minérale qui remplit cette dernière loge est ici une substance *introduite ;* celle qui remplit les loges subséquentes, et qui est souvent d'autant plus fine que les loges sont plus éloignées de la première, ainsi que les cristaux eux-mêmes, a *pénétré*, au contraire, à travers la coquille du céphalopode.

Fossilisation par substitution : un élément étranger pénètre dans la substance organique, pour y remplacer mécaniquement un ou plusieurs éléments, ou même pour y remplacer le corps total. Ce cas est assez rare, car, dans la plupart des corps organisés qui paraissent au premier aspect complétement remplacés, on rencontre encore des indices de matière animale ; tels sont, par exemple, des térébratules et des productus des roches siluriennes de Malvern, qui ont laissé pour résidu de légers flocons de matière animale ressemblant à la membrane fraîche d'une coquille.

On sait aussi que dans les bois silicifiés, qui qui offrent l'un des meilleurs exemples de minéralisation connus, la matière végétale existe encore, suivant les expériences de Parkinson.

Les coquilles remplacées par le fer oligiste de Semur fournissent peut-être le plus bel exemple de substitution totale.

Fossilisation par conversion chimique. Ici le procédé n'est plus mécanique, comme dans la plupart des cas précédents. Des lois secrètes, que nous ne connaissons encore que par leur effet, président à ce nouveau mode de fossilisation. Tantôt la conversion chimique s'exerce sur les éléments organiques eux-mêmes qui constituent le corps soumis à cette sorte de conversion. Ce

éléments entrent alors dans de nouvelles combinaisons donnant lieu à des corps composés nouveaux qui conservent toutefois leur forme première; telle serait, par exemple la conversion de certains animaux en bitume. Parfois d'autres éléments extérieurs arrivent pour se combiner aux éléments existant déjà ; enfin, tantôt la conversion chimique est partielle, tantôt elle est complète.

Fossilisation par transformation de la structure intérieure. C'est un simple accident de cristallisation par lequel les molécules ont pris un nouvel arrangement et se sont groupées entre elles, suivant des faces ou dans des directions électives, propres à chaque espèce minérale ; accident fréquent à l'état fossile. Le carbonate de chaux, qui constitue en grande partie le test des coquilles, et qui présente généralement une structure compacte, rarement fibreuse, à l'état vivant, acquiert ainsi dans les fossiles, une structure lamellaire, souvent même spathique, et quelquefois nettement fibreuse, chez certaines espèces. Souvent les substances organiques solides, en passant à l'état fossile, au lieu de perdre complétement leur structure organique première, changent seulement quelques-unes de leurs propriétés physiques. Tel corps, d'opaque qu'il était (des *astartés* de l'étage oxfordien) devient translucide ou même transparent ; tel autre est plus cassant, tel autre plus léger, et ainsi de suite.

Après avoir décrit les divers modes de fossilisation, il nous sera facile d'expliquer le *processus* lui-même de la fossilisation. Dans tous les cas précédemment supposés, la fossilisation n'a pu se faire que par l'un des trois procédés suivants, et quelquefois par deux ou les trois réunis : par voie *mécanique*, par voie *galvanique*, par voie *électro-chimiques*.

Si, de nouveau, nous passons en revue ces divers modes de fossilisation qui varient pour chaque fossile, suivant l'espèce, suivant le milieu environnant et suivant les substances minérales qui ont fourni à leur transformation ; si nous cherchons les causes qui ont amené leur changement, ce phénomène si simple en apparence nous apparaîtra plus complexe, car à ce phénomène se rattache, pour ainsi dire toute l'histoire de la formation et des transformations des couches solides.

Lorsque les corps organisés simplement livrés à eux-mêmes sont exposés à l'action des agents extérieurs et à l'influence directe de l'air atmosphérique après leur mort, la décomposition en est complète. La simple *altération* des corps fossiles est donc un phénomène naturel essentiellement lié aux lois de décompos tion qui régissent l'ensemble du règne organique. Lorsqu'en effet les matières animales ou végétales humides sont abandonnées à elles-mêmes à la température ambiante, bientôt leurs principes se séparent. Les uns se combinent dans un autre ordre, et donnent lieu à beaucoup de produits, parmi lesquels on compte l'eau, le gaz carbonique, l'acide acétique, l'ammoniaque, l'hydrogène carbonné, etc.; les autres, qui se dégagent, sont formés avec ceux-ci et emportent eux-mêmes une portion de la matière à demi décomposée. Quand la matière organique a le contact de l'air libre, elle finit par se dissiper ainsi tout entière ; mais, lorsqu'elle est enfouie dans la terre immergée, ou enveloppée dans les sédiments sous-marins, quelques-uns de ces éléments subsistent encore dans ces milieux après la décomposition, et c'est sans doute à la présence des substances animales, désagrégées et disséminées après leur décomposition, qu'il faut attribuer l'odeur fétide, tantôt bitumeuse, tantôt alliacée, tantôt amoniacale, etc., que répandent certaines roches, lorsqu'on les casse ou qu'on les frotte, les calcaires noirs, carbonifères, par exemple, et en général les roches composées d'une grande quantité de débris organiques.

Enfin, lorsque la matière animale, outre les parties charnues, vasculo-cellulaire, molle, etc., contient des parties solides salines, à bases terreuses ou alcalines, celles-ci sont les dernières à subir une décomposition totale. Elles perdent d'abord leurs principes volatils ; tels que ceux que nous avons énumérés ci-dessus. Leurs autres principes plus fixes finiront bien à la longue par disparaître eux-mêmes, mais ils résistent longtemps. Lorsqu'après leur première altération par la perte de quelques-uns de leurs eléments, les os fossiles sont plus poreux, plus légers, plus cassants, et que les sédiments viennent à les envelopper, ils offrent tous les éléments nécessaires à une conservation complète. N'oublions pas qu'au nombre des principes constituants qui résistent le plus longtemps à la décomposition dans les animaux, il faut citer principalement les phosphates et carbonates de chaux, le phosphate de magnésie, des traces d'alumine, de silice, d'oxyde de fer, etc., principes que nous avons rencontrés dans les os des vertébrés, et dans les enveloppes cornées ou testacées des animaux appartenant aux autres grandes classes du règne animal.

L'introduction, comme la pénétration, sont des procédés de fossilisation faciles à comprendre. Nous ne nous y arrêterons pas plus longtemps. Nous ajouterons seulement ici que l'altération par décomposition putride ou par soustraction simple, prépare généralement les fossiles à la pénétration, et que celle-ci sera, dans tous les cas, d'autant plus prompte et plus facile que le corps lui-même sera plus poreux et conséquemment plus perméable, Il est même assez difficile de concevoir qu'un corps, une coquille de mollusque par exemple, puisse être pénétré de substances étrangères, s'il n'a pas préalablement perdu quelques-uns des principes qu'il contenait à l'état vivant.

La substitution dans les fossiles n'a de mécanique que le transport des molécules substituées; mais les forces qui président à

ce transport sont compliquées et difficiles à saisir. Nous croyons que l'électricité de contact et l'électricité par influence jouent ici un grand rôle, pour déterminer le départ premier des molécules qui vont s'unir à la substance organique, pour en déplacer des substances déjà existantes et y former quelquefois de nouvelles combinaisons. A ce moment commence l'affinité chimique, et les deux forces réunies (peut-être n'est-ce qu'une seule et même force accusée par des résultats un peu différents) contribuent à former lentement les modifications qu'ici nous avons désignées sous le nom de substitutions. Le galvanisme et l'électro-chimie ont été encore bien peu étudiés sous le rapport de leur influence dans les phénomènes naturels, mais les savantes expériences de M. Becquerel à ce sujet ont déjà fait faire un grand pas à la science, et nous voyons du moins clairement, dès aujourd'hui, ce qui nous reste à faire pour compléter nos documents sur ce sujet. L'attraction électrique jointe aux affinités chimiques nous fournit d'excellents moyens pour expliquer la substitution dans les fossiles, et ces forces cachées sont, sans doute, plus générales qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

Dans les substitutions électro-chimiques, le corps organisé représente probablement, par rapport au milieu ambiant, l'un des pôles d'une pile voltaïque dont le milieu serait le pôle opposé positif ou négatif; fait d'autant plus vrai qu'un grand nombre de substances minérales qui entrent dans la composition des fossiles pétrifiés sont insolubles par les moyens connus; que leur transport n'a pu, par conséquent, se faire par un moyen simplement mécanique ou chimique et que la substance elle-même du fossile est souvent totalement différente de celle des couches environnantes. On dit, dans ces cas-là, que le corps organisé a servi de point de départ à la matière minérale tenue en dissolution ou en suspension qui est venue se grouper autour d'un centre ou d'un axe, comme des cristaux d'alun, par exemple, ou de sulfate ferrique autour des corps étrangers qu'on introduit quelque-fois dans leurs dissolutions, pour les faire cristalliser; or qu'est-ce que ce point de départ ou cette sorte d'attraction moléculaire, sinon une dépendance des effets électro-chimiques?

Nous rencontrons à chaque pas, dans les couches fossilifères, des exemples remarquables de ces sortes de phénomènes, postérieurement à leur dépôt, ou même se continuant encore de nos jours. Il n'y a rien en cela d'étonnant. La diversité des éléments dont se composent les roches, la nature des fossiles à l'état vivant, qui diffère totalement de celle de ces roches elles-mêmes, le degré plus ou moins grand d'humidité qu'elles renferment, deviennent en certaines circonstances, les éléments d'autant de piles qui donnent lieu à des courants électriques puissants, quoique imperceptibles. Grand nombre d'oolithes ont été ainsi formés; les sphérosidérites, les incrustations pyriteuses, les silex noduleux enveloppant des corps organisés, etc., sont dans le même cas. On sait que la plupart des grains oolithiques contiennent à leur centre un grain de sable, ou un petit corps organisé qui a servi probablement de centre d'attraction à la matière oolithique. Autour de ce centre se sont groupées plusieurs couches concentriques successives de cette matière. Les oolithes calcaires et les oolithes ferrugineux sont dans le même cas. Les rognons sphéroïdaux plus ou moins réguliers de fer carbonaté lithoïde qu'on rencontre dans les terrains houillers (ainsi nommés fer oolithique des houillères), ont une origine analogue. Ces sphéroïdes sont pleins et compactes, mais on remarque qu'ils se composent d'une croûte formée par la réunion de plusieurs couches enveloppantes qui se séparent en calottes creuses. Ordinairement l'intérieur en est rempli de cristaux de quartz de chaux carbonatée; plus souvent, il contient des corps organisés.

Nous avons parlé de l'origine des rognons de silex qu'on rencontre abondamment dans divers terrains, comme les silex pyromaques de la craie, etc. Ce sujet a fixé longtemps l'attention des géologues, et plusieurs opinions plus ou moins différentes ont été émises sur leur mode de formation. Nous ne voyons là qu'un phénomène purement électrique dont les forces multipliées ont agi, à l'époque de la formation des couches et postérieurement à leur dépôt.

Un autre phénomène non moins général et non moins puissant que les forces électro-chimiques, le galvanisme et l'électricité simple, a dû présider au remplissage des fossiles: c'est l'électro-magnétisme. Le phénomène de la substitution, des incrustations et, en partie, de la conversion chimique, que nous avons vu emprunter à l'électro-chimie des forces dont les résultats sont pour nous irrécusables, est aussi, dans quelques cas, étroitement lié avec l'électro-magnétisme; mais, c'est surtout à cette dernière série d'agents souterrains qu'il faut rapporter la transformation cristalline et les accidents divers de cristallisation qu'on rencontre si fréquemment dans les fossiles, et surtout dans les fossiles des anciens étages. On sait combien sont décisives les expériences faites, depuis quelques années, en Angleterre, sur la puissance, la direction, la nature des courants magnétiques dans l'intérieur des roches, et sur les effets produits par de tels courants. Ces courants ont une action directe sur la formation des minéraux et sur la transformation moléculaire des roches qu'ils traversent. Peut-être ces sortes d'effets s'expliquent-ils par la filtration au travers des masses minérales d'eau chargée principalement de dissolutions métalliques. Les minéraux se déposeraient, ainsi suivant leurs conditions électriques, et la direction des dépôts serait influencée par celle du méridien magnétique. On sait aussi que cette direction a une tendance générale de l'est à

l'ouest, du nord-est au sud-ouest. On connaît, du reste, les travaux de M. Becquerel à ce sujet; ils sont antérieurs à tous les autres dans le même genre. Les forces électro-magnétiques paraissent agir avec plus d'intensité dans les terrains les plus anciens; leur action dans ces terrains agit sans doute encore de nos jours autant qu'elle a agi aux époques anciennes. Là, sont les plus nombreux filons, veines ou masses minérales et principalement métalliques. Les roches sédimentaires ont rarement conservé, dans ces terrains, leur texture première, grossière, compacte, terreuse; elles y sont devenues plus ou moins cristallines, lamellaires; leur couleur a changé, et les fossiles qu'elles contiennent ont généralement passé à un état cristallin, qui contraste même, dans nombre de cas, avec la texture moins cristalline des roches elles-mêmes qui les contiennent. Tels sont, par exemple, les marbres bélemnitifères de la Tarentaise, et les calcaires coralliens des environs de La Rochelle.

Les corps organisés qui se détachent ainsi nettement de la masse, étaient probablement déjà fossiles quand a commencé sur eux l'action électro-magnétique; elle n'a fait ainsi que transformer leur structure intérieure, sans ajouter de nouveaux éléments à la pétrification. C'est aussi aux forces incessantes de l'électro-magnétisme souterrain, qu'il faut rapporter ces filons qu'on voit quelquefois sillonner, dans tous les sens, la plupart des fossiles de certaines localités. Nous possédons de nombreux échantillons ainsi traversés de petits filons, provenant des étages carbonifèrien, liasien, albien, etc., etc. Ce singulier phénomène s'observe surtout d'une manière remarquable à Mont-de-Lans (Isère), sur des échantillons de bélemnites. Tantôt le filon participe de la nature même de la substance minérale qui remplit le fossile; tantôt ces filons sont de nature différente, le plus souvent quartzeux ou métalliques. Ces faits sont au plus haut point dignes de notre attention, et nous expliquent combien de forces secrètes, que nous ne connaissons pas assez, parce que nous n'en faisons pas l'objet d'observations directes, agissent incessamment dans les couches souterraines et peuvent très bien nous expliquer la plupart des transformations qu'ont subies les roches, et que nous avons trop de tendance à attribuer à des actions générales de métamorphisme direct par l'action immédiate de la chaleur de contact. Le métamorphisme à de grandes distances est certes inadmissible. Les forces électro-chimiques ou magnétiques sont universellement répandues dans les masses, et donnent une meilleure idée des effets produits à de grandes distances, et sur de larges étendues.

Le mode de transport des molécules minérales dans les fossiles, ou le groupement de celles-ci, dans telles ou telles circonstances particulières, au moyen de courants électriques souterrains, offre quelquefois des accidents dignes d'intérêt, et qui nous donnent une juste idée de la force de ces courants. Tantôt l'enveloppe testacée qu'on rencontre à l'état fossile, demeure avec la même composition et la même nature que les couches environnantes, l'intérieur ou la cavité se tapissant de cristaux à formes très-nettes; tantôt cette enveloppe testacée elle-même est de nature plus ou moins différente de celle de la couche environnante, tandis que sa cavité est remplie par la matière de la couche elle-même; tantôt la cristallisation a paru soumise à certaines lois symétriques, toujours les mêmes pour la même espèce (les échinodermes). Les fossiles présentent une cristallisation d'autant plus nette, que leur cavité a été moins remplie par la substance minérale qui a pénétré dans leur intérieur. Lorsqu'il existe un vide dans la cavité du fossile, la filtration des substances minérales solubles au travers du test est plus facile, et la dissolution, une fois introduite, trouvant l'espace libre au groupement moléculaire des substances qu'elle dépose, donne lieu, sous l'influence de l'électricité, à une multitude de petits cristaux qui tapissent l'intérieur de la cavité, en affectant les formes propres à chaque substance. Souvent la nature de ces cristaux est différente de celle de l'enveloppe testacée elle-même. Dans les ammonites de Fontenay (Vendée), par exemple, les loges sont souvent tapissées de cristaux de quartz, tandis que le test lui-même est calcaire, suivant la nature des couches où on les rencontre. Un spatangue, qui existe dans la collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle, présente le test à l'état calcaire et spathique, la croûte qui l'enveloppe en partie est crétacée; l'intérieur du spatangue est revêtu d'une couche mince de silex, et sur cette dernière enveloppe intérieure on remarque de nombreux cristaux de baryte et de strontiane sulfatée. Les divers genres de la grande classe des échinodermes présentent fréquemment de ces accidents de cristallisation plus ou moins remarquables. Leur structure poreuse favorise, sans doute, plus spécialement chez eux, la transformation moléculaire au moyen des agents électriques; et la perte de la petite quantité de matières animales que ces corps contiennent permet plus promptement ces sortes de transformations.

En appliquant artificiellement les divers moyens que la nature a employés pour faire des fossiles, on est parvenu, par des expériences modernes, à des résultats très-rapprochés. On connaît les belles expériences de M. Gœppert, entreprises dans le but de changer des substances végétales et animales en substances terreuses et métalliques, sans altérer leur tissu ni leur structure. Il obtient ces changements au moyen de dissolutions assez concentrées, dans lesquelles on laisse tremper ces substances jusqu'à ce que les solutions aient entièrement pénétré dans l'intérieur des corps organiques. En exposant ceux-ci à un feu assez vif, il détruit le tissu organique et obtient la subs-

tance terreuse ou métallique sous la forme du végétal ou de l'animal.

Le procédé galvano-plastique a été également employé dans ces derniers temps pour conserver des corps ou pour les reproduire par le même moyen. M. Jordan montrait, en 1841, à l'Association britannique, plusieurs copies de trilobites et autres fossiles ainsi obtenus par les procédés ordinaires de la galvano-plastie. La croûte métallique dont on recouvre les corps en leur faisant jouer, par exemple, le rôle d'électrode négatif, pourrait servir à conserver ces corps, tout aussi bien qu'à fournir l'empreinte et les modèles.

Divers autres modes de reproduction ont encore été proposés pour la conservation des substances animales (355) et les divers procédés d'embaumement employés aujourd'hui, sont de véritables modes de pétrification, qui peuvent être comparés, jusqu'à un certain point, aux procédés employés par la nature elle-même

FOUGÈRES. — La famille des fougères est la plus nombreuse des cryptogames vasculaires (356), dans la flore actuelle comme dans la flore fossile. Ce que nous savons de la distribution géographique des fougères actuelles, par rapport à la température, nous met à même d'apprécier, jusqu'à un certain point, les renseignements que nous fournissent les caractères des fougères fossiles sur l'état et les conditions climatériques de la surface ancienne de notre globe.

Le nombre total des espèces de fougères connues est d'environ 1,500; ces espèces se partagent en trois groupes sous le point de vue de leur distribution géographique.

Le premier groupe comprend les fougères des zones froides et tempérées de l'hémisphère nord; il se compose de 144 espèces.

Le second, celles de la zone tempérée du sud, renfermant le cap de Bonne-Espérance, une partie de l'Amérique du Sud, la portion extra-tropicale de la Nouvelle-Hollande et de la Nouvelle-Zélande. On y compte 140 espèces.

Enfin, le troisième groupe s'éloigne de l'équateur jusqu'à 30° ou 35° au nord et au sud; il renferme 1,200 espèces.

La comparaison du nombre des fougères avec l'ensemble des autres végétaux nous donnera une idée de l'importance relative de cette famille, par rapport au district ou à la période que nous étudierons. Ainsi, dans le nombre total des espèces actuelles connues, les phanérogames entrent pour 45,000, les fougères pour 1,500; le rapport est celui de 30 à 1. En Europe, ce nombre varie depuis 35 : 1 jusqu'à 80 : 1; moyenne, 60 : 1. Quant aux contrées intertropicales, M. de Humboldt estime que ce rapport est celui de 36 à 1 pour l'Amérique équinoxiale; et M. Brown donne 20 : 1 comme exprimant le rapport du nombre total des végétaux à celui des fougères, dans les parties des régions intertropicales qui sont les plus favorables au développement de ces dernières (357).

D'après M. Brown (358), les circonstances les plus favorables à l'accroissement des fougères sont l'humidité, l'ombre et la chaleur. Ces diverses circonstances se rencontrent souvent combinées au plus haut degré dans certaines îles petites et élevées des mers tropicales, où l'air est continuellement chargé de l'humidité qui se dépose sur les montagnes, et maintient le sol dans un continuel état de fraîcheur. C'est ainsi qu'à la Jamaïque les fougères sont aux phanérogames dans la proportion de 1 à 10, de 1 à 6 à la Nouvelle-Zélande, de 1 à 4 à Otaïti, de 1 à 3 dans l'île de Norfolk, de 1 à 2 à l'île Sainte-Hélène, et de 2 à 3 dans l'île de Tristan d'Acunha (en dehors des tropiques). Les fougères sont aussi les plantes qui sont les plus nombreuses dans les îles de l'archipel indien.

Non seulement certains genres et certaines tribus de fougères appartiennent en propre à certains climats déterminés, mais il paraît aussi que la taille élevée des espèces arborescentes dépend essentiellement de la température, puisque ces espèces se rencontrent ordinairement en dedans des tropiques, ou à une distance peu considérable au delà de cette limite (359).

C'est en s'appuyant sur les considérations qui précèdent relativement aux caractères, et à la distribution des fougères vivantes, que M. Ad. Brongniart a entrepris, avec beaucoup de bonheur, de mettre en lumière les différences dans le climat et dans les conditions d'existence qu'a traversées notre globe, durant les périodes successives des formations géologiques. Il a vu que les débris de fougères deviennent de moins en moins nombreux à mesure que l'on s'élève des couches les plus anciennes dans les plus récentes, et il a établi sur ce fait une conjecture importante relativement aux décroissements successifs de température et aux variations climatériques qui ont eu lieu à la surface du globe. C'est ainsi que la grande formation houillère possède environ 120 espèces connues de fougères, lesquelles constituent presque une moitié de la flore con-

(355) M. Baldacconi, de Sienne, a communiqué un rein pétrifié à l'Académie des sciences, et il assure qu'il conserve ainsi depuis 1837, divers objets d'histoire naturelle.

(356) Les fougères se distinguent de tous les autres végétaux par le mode particulier de division et de distribution des nervures des feuilles; et celles de leurs espèces qui sont arborescentes se reconnaissent à leurs troncs cylindriques dépourvus de branches, en même temps qu'à la disposition régulière et à la forme des cicatrices qu'ont laissées sur la tige les pétioles des feuilles tombées. C'est sur le premier de ces caractères que M. Ad. Brongniart a fondé principalement la classification des fougères fossiles, car il eût été impossible de leur appliquer le système adopté pour l'arrangement des genres actuellement existants, puisqu'il repose surtout sur les dispositions diverses de la fructification, et que ces organes sont rarement conservés à l'état fossile.

(357) *Append. à l'expéd. de Tuckey au Congo*, p. 42.

(358) *Append. à l'expéd. de Tuckey au Congo*, p. 42.

(359) Le petit nombre d'exceptions que l'on connaisse à cette règle paraît appartenir en propre à l'hémisphère sud. On trouve une espèce de fougère arborescente à la Nouvelle-Zélande, à 46° de latitude sud. (*V.* M. Brown, *Append. au Voyage de Flinders.*)

nue tout entière de cette formation; mais ces espèces ne reproduisent qu'un petit nombre des formes que l'on rencontre maintenant dans l'ensemble des fougères vivantes, et elles appartiennent en presque totalité à la tribu des polypodiacées, qui renferme encore maintenant le plus grand nombre d'espèces arborescentes (360). Dans cette même formation se rencontrent des fragments de tiges de fougères arborescentes. M. Brongniart voit dans cet ensemble de circonstances les indices d'une végétation analogue à celles des îles des régions équinoxiales du globe, et il en conclut que les mêmes conditions de chaleur et d'humidité qui favorisent la végétation actuelle de ces îles doivent avoir exercé une plus grande influence encore sur la végétation du globe pendant la formation des couches carbonifères de la série de transition.

Dans les couches de la série secondaire, les fougères ont beaucoup perdu de leur importance numérique, soit absolue, soit relative. Elles forment un tiers à peu près de la flore connue de ces périodes intermédiaires de la géologie.

Dans les couches tertiaires, leur proportion aux autres végétaux est à peu près celle où nous les voyons dans les régions tempérées actuelles de notre globe.

FRACASTORO *Voy.* GÉOLOGIE.

FUSCHSHEL. — *Voy.* GÉOLOGIE.

G

GANOIDIENS. *Voy.* POISSONS.

GASTÉROPODES (*γαστὴρ, ventre, πούς, ποδός, pied*). — Cette classe de mollusques, à laquelle appartient le limaçon, a été ainsi nommée par Cuvier, parce que les animaux qu'elle renferme rampent sur une partie charnue, très-variable dans sa forme, placée sous le ventre et à laquelle, par analogie, on a donné le nom de pied. La partie supérieure se recouvre d'un manteau charnu, entier ou non, recouvert ou renfermant une coquille. En avant est la tête, plus ou moins distincte, pourvue ou non de tentacules qui remplissent les fonctions d'organe du tact, ou sur lesquels ou près desquels sont placés les yeux, lorsqu'ils existent. Au-dessous des tentacules est l'orifice buccal, muni ou non de lèvres et de mâchoires armées de dents, Les gastéropodes, suivant qu'ils vivent sur la terre ou dans les eaux, respirent l'air en nature par un réseau vasculaire, ou par des branchies dans l'élément aqueux. Les sexes sont séparés sur des individus ou réunis sur le même.

Les gastéropodes manquent quelquefois de coquille, alors ils ne laissent pas de trace de leur existence dans les couches terrestres; mais le plus souvent ils ont une coquille, rarement interne, presque toujours externe. Les coquilles externes existent dans le plus grand nombre des genres. Elles sont rarement symétriques ou formées de parties pairres; d'ordinaire elles sont spirales, et alors enroulées obliquement, montrant, d'un côté la saillie formée par la spire, de l'autre la bouche ou l'*ouverture* par où sort l'animal, et au centre, l'axe sur lequel les tours viennent s'appliquer, qu'on nomme *columelle*. Lorsque celle-ci est creuse, on l'appelle ombilic. Le côté de la bouche qui touche la columelle, nous l'appelons *bord columellaire;* et le côté extérieur, *labre*. Ces coquilles varient extraordinairement de forme, depuis la spirale incomplète, la spirale formée d'un petit nombre de tours ou d'un grand nombre ; ceux-ci formant une saillie conique, une *spire surbaissée*, ou fortement prolongée, et alors *turriculée*.

La *bouche* de la coquille est également très-variable de forme : elle est *entière* lorsqu'elle n'a pas de sinus ; à *bords unis*, lorsque les bords font toute la circonférence, ou à *bords désunis*, lorsque les bords sont interrompus par la columelle. La bouche est *échancrée*, *sinueuse*, lorsqu'elle offre, près du bord columellaire, un sinus par où sort le tube respiratoire de l'animal. Elle est *canaliculée* lorsque cette échancrure se prolonge en un tube plus ou moins fermé. L'ouverture est souvent protégée par une pièce cornée ou testacée qu'on appelle *opercule*, dont les fonctions sont de protéger

(360) Les fougères arborescentes qui ornent nos contrées tropicales modernes atteignent une taille de quarante à cinquante pieds.

On voit dans l'escalier du Muséum britannique une fougère arborescente haute de quarante pieds *alsophila brunoniana* provenant de Silhet, dans le Bengale. Les tiges de ces fougères se distinguent de celles de tous les monocotylédones arborescents par la forme spéciale et la disposition des cicatrices que laissent les pétioles après que les feuilles sont tombées. Dans les palmiers et dans les autres arbres monocotylédones, les feuilles ou leurs pétioles embrassent la tige et laissent des cicatrices transversales, allongées en forme d'anneaux, et ayant leur plus grand diamètre dans le sens *horizontal*. Dans les fougères, à la seule exception près des angioptéris, les cicatrices sont elliptiques ou rhomboïdales, et leur diamètre *vertical* est le plus grand.

M. Ad. Brongniart (*Histoire des végétaux fossiles*, p. 261. LXXIX et LXXX) a décrit et figuré la tige et la feuille d'une fougère arborescente (*Anomopteris Mongeotii*), du grès bigarré de Heilegenberg dans les Vosges. On rencontre, dans la formation du nouveau grès rouge de ce même district, de belles feuilles de cette espèce ayant encore leurs capsules de fructification adhérentes aux folioles.

M. Cotta a publié un ouvrage intéressant sur les débris fossiles de fougères arborescentes que l'on rencontre en abondance dans le nouveau grès rouge de Saxe, près de Chemnitz. (*Dendrolithen* Dresde et Leipsick, 1832). Les débris consistent surtout dans des fragments de tronc de plusieurs espèces perdues, que leur structure rapproche assez des fougères arborescentes actuelles, pour que l'on puisse les rapporter presque sans hésitation aux espèces arborescentes de cette famille, qui était répandue sur la surface de l'Europe à cette époque des formations secondaires.

l'animal lorsqu'il se retire dans sa coquille. On rencontre fréquemment de ces opercules fossiles.

On divise les gastéropodes en 7 ordres : 1° les *pulmonibranches*, 2° les *pectinibranches*, 3° les *scutibranches*, 4° les *tectibranches*, 5° les *nudibranches*, 6° les *nucléobranches*, et 7° les *ptéropodes*. De ces divisions, les nudibranches seuls n'ont pas de représentants fossiles.

Depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, les gastéropodes se sont montrés assez nombreux dès le commencement du monde animé, et ils ont toujours été en progression croissante jusqu'à l'époque actuelle ; car les formes qui restent en arrière, dans cette marche croissante, sont loin d'être aussi nombreuses que celles qui persistent.

Les *pectinibranches*, qui renferment le *buccin*, ont déjà paru en nombre avec l'étage silurien, le premier du monde animé, et ils se sont augmentés d'une manière progressive jusqu'à l'époque actuelle. Ils montrent en effet 19 genres dans les terrains paléozoïques, 17 dans les terrains triasiques, 31 dans les terrains jurassiques, 52 dans les terrains crétacés, et 80 dans les terrains tertiaires, tandis que le chiffre est encore bien plus élevé dans l'époque actuelle. Ainsi cette série animale aurait toujours été et est encore en voie croissante de multiplication de formes, par suite de créations successives à tous les âges du monde.

Les *scutibranches*, qui renferment la *patelle*, n'offrent pas tout à fait la même marche. On compte 3 genres avec l'étage silurien, le premier du monde animé, *sept* dans les terrains paléozoïques ; 3 dans les terrains triasiques ; 4 dans les terrains jurassiques : 4 dans les terrains crétacés, et dans les terrains tertiaires. Mais il est à remarquer que ces genres se renouvellent bien plus chez les pectinibranches, puisque la moitié reste en arrière et que le nombre des genres encore vivants est seulement un peu plus élevé que celui des terrains paleozoïques. On pourrait dire que cet ordre est, en quelque sorte, dans un état stationnaire de développement, mais non dans une voie réelle d'augmentation.

Les *ptéropodes*, qui renferment l'*hyale*, toujours en petit nombre, ont *deux* genres dans les terrains paléozoïques, qui commencent avec l'étage silurien, et *trois* dans les terrains tertiaires. Comme on connaît un assez grand nombre de genres vivants, on peut dire qu'ils sont aujourd'hui en voie croissante de développement générique.

Les *tectibranches* qui renferment la *bulle* commencent par 1 genre dans les terrains jurassiques, 1 dans les terrains crétacés, 4 dans les terrains tertiaires. Comparé aux genres vivants, ce nombre montre encore les tectibranches dans une voie croissante de développement de formes.

Les *pulmonibranches*, qui contiennent le *limaçon*, manquent complétement dans les terrains paléozoïques, triasiques, jurassiques et crétacés ; ils commencent donc seulement dans les terrains tertiaires et vont croissant en nombre jusqu'à l'époque actuelle où ils sont à leur maximum ; ainsi ils seraient en pleine voie croissante.

Pour les *nucléobranches*, comme on n'en connaît qu'un genre fossile des derniers étages tertiaires, ils sont dans le même cas que les pulmonibranches.

La comparaison de ces différentes séries animales, par rapport à leur progression de formes, les montrerait toutes à l'exception des scutibranches (presque stationnaires), dans une voie croissante de progression générique. Considérées suivant leur époque d'apparition comparée à leur rang de perfection, les gastéropodes nous montrent trois séries : les pectinibranches, les scutibranches et les stéropodes, au premier étage de l'animalisation, bien que la première série soit infiniment plus parfaite que la dernière dans ses organes et dans son genre de vie. D'un autre côté, moins parfaits que les pectinibranches, les tectibranches paraissent onze étages plus tard, et les nucléobranches, vingt-cinq étages après. On aurait par ces faits, une preuve que les gastéropodes n'ont pas suivi, pour ces séries, une progression régulière de perfectionnement ; cependant, quand nous voyons les pulmonés, les seuls animaux terrestres de cette classe, se montrer les derniers, c'est-à-dire vingt-quatre étages plus tard que les animaux marins, on serait tenté d'en conclure, malgré les exceptions, que la loi du perfectionnement successif, suivant l'époque chronologique d'apparition des gastéropodes, peut être appuyée encore par les faits qui précèdent.

Déductions zoologiques générales. — Maintenant, si nous prenons l'ensemble des genres, sans avoir égard à l'ordre auquel ils appartiennent, nous trouverons une marche croissante très-régulière. Nous voyons, en effet, avec la première animalisation du globe, 12 genres dans l'état silurien, et 29 avec les terrains paléozoïques ; 12 dans les terrains triasiques, 38 dans les terrains jurassiques, 57 dans les terrains crétacés, 105 dans les terrains tertiaires. Le chiffre étant encore bien plus élevé dans l'époque actuelle, où les genres sont au maximum de leur développement, on doit en conclure que, pris dans leur ensemble, les gastéropodes ont toujours multiplié progressivement leurs formes, depuis le premier âge du monde animé jusqu'à nos jours.

Déductions physiologiques. — Parmi les genres que nous trouvons à l'état fossile, nous en voyons quatre : les *turbo*, les *stomatia*, parmi les pectinibranches, les *hélcion*, parmi les scutibranches, et le *vaginella* parmi les ptéropodes, c'est-à-dire trois types d'organisation différente qui ont traversé tous les âges du monde géologique, depuis la première animalisation jusqu'à l'époque actuelle. Ce fait, que nous n'avons pas eu à signaler dans les autres séries animales, est d'une grande importance. Lorsqu'en effet, nous étudions comparativement ces genres fossiles avec leurs analogues vivants, nous

ne trouvons aucune différence appréciable ; on doit donc croire que leur organisation interne était la même. S'il en est ainsi, comme tout porte à le penser, il faut en conclure que les conditions d'existence n'ont pas changé depuis les époques géologiques les plus anciennes jusqu'à nos jours, au moins pour les animaux marins, qui respirent dans l'eau salée, au moyen de branchies.

Déductions climatologiques comparées. — Il est peu de séries animales qui offrent plus de faits que celle-ci, pour prouver que la température, même des deux derniers étages géologiques qui nous ont précédés sur la terre, était, en Europe, identique à la température des régions tropicales. Il nous suffira, pour le prouver, de citer les genres : *oniscia, dolium, columbella, turbinella, harpa, oliva, ancyllaria*, etc., etc., qu'on trouve en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie, tandis qu'ils sont exclusivement des régions les plus chaudes des mers actuelles. Les *déductions géographiques* sont encore ici les mêmes que pour les mammifères. (*Voy.* ce mot).

Déductions géologiques tirées des genres. — Les caractères stratigraphiques négatifs sont très-marqués, puisque sur les 138 genres fossiles dépendant des gastéropodes, 134 n'occupent pas tous les étages, et qu'ils sont au contraire limités dans leurs étages, de manière à donner des caractères négatifs pour tous ceux où ils ne se trouvent pas.

Les *caractères stratigraphiques positifs* sont aussi très-saillants. Les 134 genres limités dans les étages, sont, en effet, autant de caractères positifs propres à les faire connaître sous toutes les formes minéralogiques. Ces caractères sont d'autant plus certains, que, sur ce nombre, 32 genres sont perdus pour l'époque actuelle. La persistance des caractères positifs est encore plus tranchée pour les gastéropodes que pour les autres séries, comme le prouvent les genres *pleurotomaria, natica, trochus, cerithium, fusus, turritella, mitra, triton*, etc., etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces, nous prouvent, à très-peu d'expressions près, que les 6,213 espèces de gastéropodes que M. d'Orbigny a discutées dans son *Prodrome de paléontologie*, sont caractéristiques. Chacune, en particulier, n'occupe, en effet, qu'un seul étage qu'elle peut parfaitement caractériser.

GAULT. *Voy.* Albien.

GELÉES, *leur action désorganisatrice* — *Voy.* Couches sédimentaires, art. II.

GENERELLI. *Voy.* Géologie.

GENESE, *interprétations diverses du 1er chapitre.* — *Voy.* Jéhan (de Saint-Clavien), Buckland, Marcel de Serres, Godefroy, Debreyne, Pachon, Maupied, Chaubard, Glaire, Jours-Périodes, Cosmogonie *au* XVI *et* XVIIe *siècle*, etc.

GENESE MATERIALISTE. — Avant d'apprécier les efforts de la science orthodoxe, pour concilier les découvertes modernes avec la révélation mosaïque, il convient d'avoir raison d'une hypothèse cosmogonique qui n'est que le panthéisme, c'est-à-dire, en définitive, le matérialisme; car, en science, une doctrine panthéistique est toujours réductible à une doctrine purement matérialiste.

Dans les sciences qui ont pour objet la recherche des causes ou des origines, il est un critérium qui donne tout de suite la mesure de la puissance coordinatrice et de la valeur d'une doctrine : c'est le résultat final, la conclusion rigoureuse qui ressort de l'ensemble de ses raisonnements et de ses principes.

Or, quel est le point de départ, le principe fondamental de la Genèse matérialiste? Sa formule est nécessairement celle-ci : *Il existe de toute éternité dans l'espace infini une somme finie de matière; cette matière, douée de propriétés ou de forces essentielles, a produit et produit encore tout ce vaste ensemble, toute cette succession de phénomènes qui constituent notre monde.*

Cette formule est l'essence même de la conception matérialiste, et l'on n'en pourrait retrancher un seul terme sans que le matérialisme ne cessât d'être à l'instant.

En effet, si la matière n'est pas éternelle, elle a été créée : donc il existe en dehors de la matière une puissance qui lui a donné l'être. De plus, on ne peut admettre qu'une somme finie de matière, autrement le mouvement serait impossible; car une matière infinie dans l'espace infini, ce serait le plein absolu; or, le mouvement ne peut être conçu que dans le vide, l'impénétrabilité étant une des propriétés essentielles de la matière.

Nous avons ajouté que la matière possédait des propriétés ou des forces essentielles; ces forces sont nécessairement finies comme la matière, finies aussi comme nombre, car il serait anti-logique, absurde, de reconnaître des propriétés infinies dans un être fini. Puisque ces forces sont essentielles à la matière, elles sont éternelles comme la matière. Autrement la matière les aurait reçues, ce qui impliquerait encore une création que le matérialisme rejette. Enfin, puisqu'elles sont éternelles et essentielles, ces forces ne sont susceptibles ni d'accroissement, ni de diminution.

La conclusion dernière d'une pareille doctrine, c'est donc le fatalisme, plus la violation la plus flagrante des lois qui sont la base de la raison humaine. Car qu'est-ce qu'une matière éternelle, incréée, existant par elle-même, et qui pourtant est finie, limitée, bornée dans son essence comme dans ses propriétés?...

Mais si cette matière éternelle, incréée, n'est pas seulement de la matière purement et simplement, c'est de la matière disposée, façonnée, arrangée, agglomérée en globes, en mondes, organisée en corps de la nature la plus diverse. Et cette organisation de la matière n'est pas éternelle : elle a commencé; le matérialisme le proclame. Se fondant sur les découvertes de la chimie moderne et sur celles, aujourd'hui fort ébranlées, qui ont été faites dans l'astronomie stellaire, principalement par les deux Herschell, les cosmogoniste panthéistes ont eu recours à une

hypothèse renouvelée des écoles de la Grèce, et particulièrement de la secte d'Epicure.

Ils ont prétendu que, dans le principe, la matière existait disséminée dans l'espace, à l'état élémentaire, moléculaire, nébulaire, gazéiforme, tous mots synonymes; que chacune des molécules qui composaient cette matière était primitivement tenue en place par l'action simultanée de deux forces : l'une répulsive, la chaleur; l'autre attractive, la gravitation; et enfin, que cette matière diffuse s'étant successivement condensée par la déperdition de la chaleur, a formé les soleils ou les étoiles, les planètes et leurs satellites, et tous les corps célestes qui remplissent l'espace.

Telle est la théorie générale matérialiste dans toute sa rigueur.

Voyons maintenant à quelles conclusions scientifiques nous conduit une pareille théorie.

L'hypothèse matérialiste suppose que, *dans le principe*, la matière existait à l'état nébulaire ou diffus, soumise à deux forces contraires, le calorique et la pesanteur. Mais cette formule, *dans le principe*, n'est-elle pas une évidente contradiction dans la doctrine qui soutient l'éternité de la matière? Il n'y a pas eu de *principe*, il ne peut pas y avoir eu de commencement à cet état nébulaire et diffus de la matière; *de toute éternité* elle est diffuse et soumise à deux forces contraires, la force répulsive, et son antagoniste, la force attractive. Mais alors il s'en suit de trois choses l'une : ou la force répulsive l'emportait sur la force attractive, et, dans ce cas, la matière aurait dû se disperser, s'évanouir sans limite et sans terme dans l'espace infini, et puisque cette prépondérance de la force répulsive est un phénomène qui s'accomplit de toute éternité, de toute éternité aussi a dû avoir lieu cette dispersion de la matière, dispersion par conséquent illimitée, infinie comme l'éternité et l'espace; ou bien, au contraire, c'est la force attractive qui prédominait, et alors la matière aurait dû tendre à se condenser en suivant la loi inverse du carré des distances, et puisque cette condensation dure depuis l'éternité, cette contraction de la matière devrait être infinie; ou bien, enfin, la répulsion et l'attraction se balançaient, étaient de toute éternité égales et contraires, et, dans ce troisième cas, tout mouvement aurait dû être éternellement impossible. Ainsi, le matérialisme ne peut poser la question d'origine sans tomber dans la plus palpable contradiction, et quand on lui en ferait la concession, il n'en resterait pas moins renfermé dans les limites d'une triple impossibilité.

Ce n'est pas tout : l'hypothèse veut que la force de répulsion domine par l'effet du refroidissement ou de la déperdition du calorique, et qu'ainsi l'attraction devenue prépondérante opère la condensation de la matière. Ici encore il y a une contradiction et une impossibilité. En effet, entre deux molécules matérielles dont les températures sont égales, il ne saurait se produire aucun effet thermologique; or, la matière diffuse étant nécessairement et de toute éternité également incandescente dans toute son étendue, tout phénomène thermologique de molécule à molécule était impossible : il n'a donc pu y avoir aucune déperdition de chaleur; l'équilibre entre les températures de chaque molécule est éternel et doit persévérer à jamais, suivant les lois fondamentales qui régissent les phénomènes de la chaleur. Qu'est-ce donc que cette *déperdition de la chaleur* que suppose l'hypothèse? Elle ne peut signifier autre chose que la dissémination de la chaleur dans l'espace. Mais l'espace, c'est le vide absolu, et la chaleur étant, d'après la théorie, une propriété essentielle de la matière, il ne peut y avoir chaleur là où il n'y a pas matière; s'il n'en était ainsi, il faudrait admettre la matière infinie ou le plein absolu, ce qui serait une absurdité. La chaleur n'a donc pu se perdre dans l'espace.

Est-ce assez de contradictions? Non, l'hypothèse matérialiste porte encore à la logique une dernière atteinte que nous devons signaler. En effet, elle conclut directement à la solidification complète de toute matière par la déperdition totale de la chaleur primitive. De l'aveu de tous ceux qui l'ont adoptée, notre état phénoménal actuel tout entier n'est que la série des termes par lesquels le phénomène marche de son origine où de son premier terme qui est la diffusion illimitée et l'incandescence excessive de la matière vers sa fin, vers son dernier terme, qui est la condensation illimitée et le froid absolu. Or, quel que soit l'espace de temps qui s'écoule entre le premier et le dernier terme de ce phénomène général, ce temps est nécessairement et essentiellement limité, puisque ce temps mesure une série de phénomènes dont le nombre est fatalement défini : par conséquent, le phénomène général tout entier a dû nécessairement être accompli de tout temps, puisque la matière est, par hypothèse, éternelle, et que toute durée, quelque longue qu'on la suppose, est toujours et nécessairement nulle par rapport à l'éternité; d'où il suit enfin, comme dernière conséquence, que tout ce qui existe n'existe pas : ce qui est une absurdité métaphysique.

Ainsi, jusqu'à ce qu'il devienne possible d'effacer de l'esprit des hommes le signe spirituel qui répond à l'idée d'infini et qui est la base de toutes les sciences, toute doctrine matérialiste sera nécessairement ou une contradiction scientifique ou une absurdité métaphysique.

GENRES FOSSILES, DÉDUCTIONS GÉOLOGIQUES. — Si nous considérons, dans ses rapports intimes avec la géologie, le genre ramené à sa juste valeur, nous verrons avec évidence que le genre, une fois bien défini, est un caractère *positif* ou *négatif* d'une grande importance, pour arriver, par comparaison avec les faits acquis à la science, à reconnaître l'âge relatif d'un lambeau de terrain séparé des étages supérieurs et inférieurs qui devraient l'accompagner, ou d'une contrée sur laquelle on n'a pas de données géologiques. Le tableau suivant fera ressortir cette importance.

ne trouvons aucune différence appréciable ; on doit donc croire que leur organisation interne était la même. S'il en est ainsi, comme tout porte à le penser, il faut en conclure que les conditions d'existence n'ont pas changé depuis les époques géologiques les plus anciennes jusqu'à nos jours, au moins pour les animaux marins, qui respirent dans l'eau salée, au moyen de branchies.

Déductions climatologiques comparées. — Il est peu de séries animales qui offrent plus de faits que celle-ci, pour prouver que la température, même des deux derniers étages géologiques qui nous ont précédés sur la terre, était, en Europe, identique à la température des régions tropicales. Il nous suffira, pour le prouver, de citer les genres : *oniscia, dolium, columbella, turbinella, harpa, oliva, ancyllaria*, etc., etc., qu'on trouve en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie, tandis qu'ils sont exclusivement des régions les plus chaudes des mers actuelles. Les *déductions géographiques* sont encore ici les mêmes que pour les mammifères. (*Voy.* ce mot).

Déductions géologiques tirées des genres. — Les caractères stratigraphiques négatifs sont très-marqués, puisque sur les 138 genres fossiles dépendant des gastéropodes, 134 n'occupent pas tous les étages, et qu'ils sont au contraire limités dans leurs étages, de manière à donner des caractères négatifs pour tous ceux où ils ne se trouvent pas.

Les *caractères stratigraphiques positifs* sont aussi très-saillants. Les 134 genres limités dans les étages, sont, en effet, autant de caractères positifs propres à les faire connaître sous toutes les formes minéralogiques. Ces caractères sont d'autant plus certains, que, sur ce nombre, 32 genres sont perdus pour l'époque actuelle. La persistance des caractères positifs est encore plus tranchée pour les gastéropodes que pour les autres séries, comme le prouvent les genres *pleurotomaria, natica, trochus, cerithium, fusus, turritella, mitra, triton*, etc., etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces, nous prouvent, à très-peu d'expressions près, que les 6,213 espèces de gastéropodes que M. d'Orbigny a discutées dans son *Prodrome de paléontologie*, sont caractéristiques. Chacune, en particulier, n'occupe, en effet, qu'un seul étage qu'elle peut parfaitement caractériser.

GAULT. *Voy.* Albien.

GELÉES, *leur action désorganisatrice* — *Voy.* Couches sédimentaires, art. II.

GENERELLI. *Voy.* Géologie.

GENESE, *interprétations diverses du 1er chapitre.* — *Voy.* Jéhan (de Saint-Clavien), Buckland, Marcel de Serres, Godefroy, Debreyne, Pachon, Maupied, Chaubard, Glaire, Jours-Périodes, Cosmogonie *au* XVI *et* XVIIe *siècle*, etc.

GENESE MATERIALISTE. — Avant d'apprécier les efforts de la science orthodoxe, pour concilier les découvertes modernes avec la révélation mosaïque, il convient d'avoir raison d'une hypothèse cosmogonique qui n'est que le panthéisme, c'est-à-dire, en définitive, le matérialisme; car, en science, une doctrine panthéistique est toujours réductible à une doctrine purement matérialiste.

Dans les sciences qui ont pour objet la recherche des causes ou des origines, il est un critérium qui donne tout de suite la mesure de la puissance coordinatrice et de la valeur d'une doctrine : c'est le résultat final, la conclusion rigoureuse qui ressort de l'ensemble de ses raisonnements et de ses principes.

Or, quel est le point de départ, le principe fondamental de la Genèse matérialiste? Sa formule est nécessairement celle-ci : *Il existe de toute éternité dans l'espace infini une somme finie de matière; cette matière, douée de propriétés ou de forces essentielles, a produit et produit encore tout ce vaste ensemble, toute cette succession de phénomènes qui constituent notre monde.*

Cette formule est l'essence même de la conception matérialiste, et l'on n'en pourrait retrancher un seul terme sans que le matérialisme ne cessât d'être à l'instant.

En effet, si la matière n'est pas éternelle, elle a été créée : donc il existe en dehors de la matière une puissance qui lui a donné l'être. De plus, on ne peut admettre qu'une somme finie de matière, autrement le mouvement serait impossible; car une matière infinie dans l'espace infini, ce serait le plein absolu; or, le mouvement ne peut être conçu que dans le vide, l'impénétrabilité étant une des propriétés essentielles de la matière.

Nous avons ajouté que la matière possédait des propriétés ou des forces essentielles; ces forces sont nécessairement finies comme la matière, finies aussi comme nombre, car il serait anti-logique, absurde, de reconnaître des propriétés infinies dans un être fini. Puisque ces forces sont essentielles à la matière, elles sont éternelles comme la matière. Autrement la matière les aurait reçues, ce qui impliquerait encore une création que le matérialisme rejette. Enfin, puisqu'elles sont éternelles et essentielles, ces forces ne sont susceptibles ni d'accroissement, ni de diminution.

La conclusion dernière d'une pareille doctrine, c'est donc le fatalisme, plus la violation la plus flagrante des lois qui sont la base de la raison humaine. Car qu'est-ce qu'une matière éternelle, incréée, existant par elle-même, et qui pourtant est finie, limitée, bornée dans son essence comme dans ses propriétés?...

Mais si cette matière éternelle, incréée, n'est pas seulement de la matière purement et simplement, c'est de la matière disposée, façonnée, arrangée, agglomérée en globes, en mondes, organisée en corps de la nature la plus diverse. Et cette organisation de la matière n'est pas éternelle : elle a commencé; le matérialisme le proclame. Se fondant sur les découvertes de la chimie moderne et sur celles, aujourd'hui fort ébranlées, qui ont été faites dans l'astronomie stellaire, principalement par les deux Herschell, les cosmogoniste panthéistes ont eu recours à une

hypothèse renouvelée des écoles de la Grèce, et particulièrement de la secte d'Epicure.

Ils ont prétendu que, dans le principe, la matière existait disséminée dans l'espace, à l'état élémentaire, moléculaire, nébulaire, gazéiforme, tous mots synonymes; que chacune des molécules qui composaient cette matière était primitivement tenue en place par l'action simultanée de deux forces : l'une répulsive, la chaleur; l'autre attractive, la gravitation; et enfin, que cette matière diffuse s'étant successivement condensée par la déperdition de la chaleur, a formé les soleils ou les étoiles, les planètes et leurs satellites, et tous les corps célestes qui remplissent l'espace.

Telle est la théorie générale matérialiste dans toute sa rigueur.

Voyons maintenant à quelles conclusions scientifiques nous conduit une pareille théorie.

L'hypothèse matérialiste suppose que, *dans le principe*, la matière existait à l'état nébulaire ou diffus, soumise à deux forces contraires, le calorique et la pesanteur. Mais cette formule, *dans le principe*, n'est-elle pas une évidente contradiction dans la doctrine qui soutient l'éternité de la matière? Il n'y a pas eu de *principe*, il ne peut pas y avoir eu de commencement à cet état nébulaire et diffus de la matière; *de toute éternité* elle est diffuse et soumise à deux forces contraires, la force répulsive, et son antagoniste, la force attractive. Mais alors il s'en suit de trois choses l'une : ou la force répulsive l'emportait sur la force attractive, et, dans ce cas, la matière aurait dû se disperser, s'évanouir sans limite et sans terme dans l'espace infini, et puisque cette prépondérance de la force répulsive est un phénomène qui s'accomplit de toute éternité, de toute éternité aussi a dû avoir lieu cette dispersion de la matière, dispersion par conséquent illimitée, infinie comme l'éternité et l'espace; ou bien, au contraire, c'est la force attractive qui prédominait, et alors la matière aurait dû tendre à se condenser en suivant la loi inverse du carré des distances, et puisque cette condensation dure depuis l'éternité, cette contraction de la matière devrait être infinie; ou bien, enfin, la répulsion et l'attraction se balançaient, étaient de toute éternité égales et contraires, et, dans ce troisième cas, tout mouvement aurait dû être éternellement impossible. Ainsi, le matérialisme ne peut poser la question d'origine sans tomber dans la plus palpable contradiction, et quand on lui en ferait la concession, il n'en resterait pas moins renfermé dans les limites d'une triple impossibilité.

Ce n'est pas tout : l'hypothèse veut que la force de répulsion domine par l'effet du refroidissement ou de la déperdition du calorique, et qu'ainsi l'attraction devenue prépondérante opère la condensation de la matière. Ici encore il y a une contradiction et une impossibilité. En effet, entre deux molécules matérielles dont les températures sont égales, il ne saurait se produire aucun effet thermologique; or, la matière diffuse étant nécessairement et de toute éternité également incandescente dans toute son étendue, tout phénomène thermologique de molécule à molécule était impossible : il n'a donc pu y avoir aucune déperdition de chaleur; l'équilibre entre les températures de chaque molécule est éternel et doit persévérer à jamais, suivant les lois fondamentales qui régissent les phénomènes de la chaleur. Qu'est-ce donc que cette *déperdition de la chaleur* que suppose l'hypothèse? Elle ne peut signifier autre chose que la dissémination de la chaleur dans l'espace. Mais l'espace, c'est le vide absolu, et la chaleur étant, d'après la théorie, une propriété essentielle de la matière, il ne peut y avoir chaleur là où il n'y a pas matière; s'il n'en était ainsi, il faudrait admettre la matière infinie ou le plein absolu, ce qui serait une absurdité. La chaleur n'a donc pu se perdre dans l'espace.

Est-ce assez de contradictions? Non, l'hypothèse matérialiste porte encore à la logique une dernière atteinte que nous devons signaler. En effet, elle conclut directement à la solidification complète de toute matière par la déperdition totale de la chaleur primitive. De l'aveu de tous ceux qui l'ont adoptée, notre état phénoménal actuel tout entier n'est que la série des termes par lesquels le phénomène marche de son origine où de son premier terme qui est la diffusion illimitée et l'incandescence excessive de la matière vers sa fin, vers son dernier terme, qui est la condensation illimitée et le froid absolu. Or, quel que soit l'espace de temps qui s'écoule entre le premier et le dernier terme de ce phénomène général, ce temps est nécessairement et essentiellement limité, puisque ce temps mesure une série de phénomènes dont le nombre est fatalement défini : par conséquent, le phénomène général tout entier a dû nécessairement être accompli de tout temps, puisque la matière est, par hypothèse, éternelle, et que toute durée, quelque longue qu'on la suppose, est toujours et nécessairement nulle par rapport à l'éternité; d'où il suit enfin, comme dernière conséquence, que tout ce qui existe n'existe pas : ce qui est une absurdité métaphysique.

Ainsi, jusqu'à ce qu'il devienne possible d'effacer de l'esprit des hommes le signe spirituel qui répond à l'idée d'infini et qui est la base de toutes les sciences, toute doctrine matérialiste sera nécessairement ou une contradiction scientifique ou une absurdité métaphysique.

GENRES FOSSILES, DÉDUCTIONS GÉOLOGIQUES. — Si nous considérons, dans ses rapports intimes avec la géologie, le genre ramené à sa juste valeur, nous verrons avec évidence que le genre, une fois bien défini, est un caractère *positif* ou *négatif* d'une grande importance, pour arriver, par comparaison avec les faits acquis à la science, à reconnaître l'âge relatif d'un lambeau de terrain séparé des étages supérieurs et inférieurs qui devraient l'accompagner, ou d'une contrée sur laquelle on n'a pas de données géologiques. Le tableau suivant fera ressortir cette importance.

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE

DU NOMBRE DES GENRES VIVANTS ET FOSSILES

Appartenant aux divisions zoologiques suivantes :

DIVISIONS ZOOLOGIQUES.	GENRES. CONNUS jusqu'à présent.	FOSSILES, en général	FOSSILES et vivants	SEULEMENT fossiles ou perdus.	SEULEMENT vivants et non fossiles	OCCUPANT tous les étages.	LIMITÉS dans les étages.
Mammifères.	279	115	47	68	164	»	115
Oiseaux.	500	44	37	6	266	»	44
Reptiles.	200	67	13	54	120	»	67
Poissons.	638	278	79	199	360	»	278
Crustacés (361).	268	100	32	68	168	»	100
Céphalopodes acétabulifères.	33	18	5	13	15	»	18
Céphalopodes tentaculifères.	36	36	1	35	»	»	36
Gastéropodes terrestres et fluviatiles.	22	17	16	1	5	»	17
Gastéropodes marins.	146	121	90	31	25	4	117
Lamellibranches fluviatiles	11	5	5	»	6	»	5
Lamellibranches marins.	101	92	67	25	9	7	83
Brachiopodes.	41	41	9	32	»	3	38
Bryozoaires.	86	69	21	48	18	2	67
Echinodermes échinides.	92	71	22	49	21	»	71
Echinodermes crinoïdes.	59	58	2	56	1	»	58
Echinodermes astéroïdes.	26	6	3	3	14	»	6
Echinodermes ophiuroïdes.	20	10	1	9	10	»	10
Zoophytes.	509	216	38	178	93	»	216
Foraminifères.	87	73	50	23	14	»	73
Amorphozoaires testacés.	36	35	»	35	1	»	35
Amorphozoaires cornés.	15	1	1	»	14	»	1
Totaux.	2,799	1,473	539	933	1,524	16	1,457

Du tableau précédent qui contient, moins les insectes, les annélides et les autres animaux mous qui n'ont pu laisser de traces dans les couches terrestres, l'ensemble approximatif, par série zoologique, des nombres de genres généralement admis en zoologie et en paléontologie, on peut déduire les proportions suivantes :

Les genres vivants et fossiles connus s'élèvent environ à	2,799
Sur ce nombre, sont seulement vivants et non fossiles.	1,524
Il reste en genres fossiles.	1,475

Si ces 1473 genres occupaient tous les étages géologiques, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à présent, ils ne seraient d'aucune utilité pour la géologie ; mais il n'en est pas ainsi : car, sur ce nombre, nous trouvons :

Genres fossiles, occupant tous les étages.		16
Genres perdus, limités dans les étages.	933	1457
Genres encore vivants, limités dans les étages,	539	
Total égal,		1475

Ainsi donc, il est certain que, sur les 1473 genres connus à l'état fossile, 16 seulement traversant tous les étages, il reste 1457 genres limités dans les étages et offrant des moyens d'application en géologie : et sur ce nombre 933, ou près des deux tiers, tellement limités, qu'ils sont perdus pour l'époque actuelle. On voit encore que ces 1457 genres, bien constatés dans les étages, nous donnent, comparativement par leur présence ou par leur absence dans les terrains et dans les étages géologiques, 1457 caractères *positifs*, et 1457 caractères *négatifs*, en tout 2914 caractères *stratigraphiques* d'une grande puissance, parce que, se rattachant à toutes les séries animales, ils se trouvent dans toutes les conditions diverses de fossilisation et de dépôts terrestres et marins. Voyons successivement ces deux caractères stratigraphiques.

Des caractères stratigraphiques négatifs. — Nous appelons ainsi les caractères que fournit dans un terrain, dans un étage, l'absence des genres, de la forme zoologique, reconnus jusqu'à présent en d'autres terrains, en d'autres étages. Donnons en quelques exemples saillants qui ressortent de la répartition des êtres à la surface du globe. Quand nous voyons les *trilobites*, un grand nombre de céphalopodes, de brachiopodes, de bryozoaires, de crinoïdes, de zoophytes, etc., ne pas sortir des terrains paléozoïques, et disparaître à cette époque, ces genres deviennent autant de caractères négatifs pour tous les étages compris dans les terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires, où ils manquent jusqu'à présent. Presque tous les genres de mammifères, de reptiles, de poissons, beaucoup de genres de mollusques gastéropodes, de mollusques lamellibranches, etc., etc., ne descendent, au contraire, jamais, d'après les connais-

(361) Les données sur les insectes et sur les annélides laissant encore beaucoup à désirer, nous avons cru devoir ne pas citer ici les genres de ces deux séries.

sances actuelles, dans les terrains paléozoïques, et peuvent leur fournir des caractères négatifs constants. En résumé, comme nous l'avons dit plus haut, nous voyons que sur 1473 genres, 1457 peuvent nous offrir des caractères négatifs dans les terrains et dans les étages. En supposant même qu'on découvre quelques exceptions à ces résultats, le chiffre principal est si considérable, qu'il restera toujours, pour chaque terrain, quelques centaines de formes génériques pouvant servir de caractères stratigraphiques négatifs, comme on pourra le voir dans le tableau suivant destiné à faire ressortir, par terrain, et suivant les divisions zoologiques, le nombre des genres qu'on peut appliquer d'après nos tableaux successifs.

Il résultera évidemment de ce tableau, que les caractères négatifs sont d'une haute importance en géologie, comme moyen d'applications, pour déterminer, par comparaison avec ce que nous connaissons, l'âge de ces lambeaux isolés qu'on trouve quelquefois sur des roches d'éruption, ou pour arriver à connaître l'âge des animaux fossiles rapportés de contrées sur lesquelles on n'a pas de données géologiques suffisantes.

Caractères stratigraphiques positifs. — Nous appelons ainsi les formes animales, les genres qui existent dans un terrain, dans un étage, et dont les limites connues dans ces terrains, dans ces étages, offrent autant de caractères positifs, en opposition avec les caractères négatifs. En prenant, en effet, le contre-pied de ce que nous avons dit aux caractères négatifs, on aura les caractères positifs; on verra, par exemple, que presque tous les genres de mammifères, de mollusques terrestres, offrent, ainsi qu'une multitude de genres des autres classes, un moyen de reconnaître les terrains tertiaires; que beaucoup de céphalopodes, de brachiopodes, de bryozoaires sont, avec les trilobites et un grand nombre de genres des autres séries, des moyens puissants de reconnaître les terrains paléozoïques. Enfin, en prenant les résultats numériques qui précèdent, et ceux qui suivent, nous voyons, pour toute la zoologie, 1457 genres offrant, par leurs limites dans les étages géologiques, d'excellents caractères positifs. Ces limites mêmes sont si vraies que, sur ce nombre de 1457 genres limités dans les étages, 539 arrivent seulement jusqu'à nous, après avoir traversé plus ou moins de terrains et d'étages; tandis que 933, ou près du double, se sont éteints successivement dans les âges du monde, et ne sont pas arrivés jusqu'à notre époque. On voit que, dût-on trouver quelques genres plus ou moins étendus, au delà des limites qui nous sont connues aujourd'hui, il en restera toujours, pour chaque terrain et pour chaque étage, un nombre assez considérable pour les caractériser parfaitement.

En nous résumant sur les caractères stratigraphiques des genres, on voit que les 1457 genres offrant des caractères positifs nous donnent, par leurs limites dans les étages géologiques, autant de caractères négatifs, et, par conséquent, 2914 caractères stratigraphiques, qu'on pourra invoquer pour reconnaître l'âge d'un terrain, d'un étage, sur lequel on n'aura pas de données géologiques, aussi certainement que si des espèces identiques venaient en indiquer la contemporanéité parfaite avec des étages bien connus. Il résulte des ensembles de faune, tellement tranchés, qu'avec de l'habitude, en partant des faits acquis à la science, on arrive, par comparaison, à dire positivement que cette faune fossile, sur laquelle on n'a pas de renseignements géologiques, doit être placée dans l'ordre chronologique, seulement à tel âge stratigraphique. C'est un des résultats auxquels ont conduit les recherches sur la paléontologie générale; résultat qui, comme on l'a vu, n'offre, jusqu'à présent, que 16 exceptions sur 1473, ce qui ne modifie, en rien, la généralisation et l'importance de ce caractère d'application tiré du genre.

Persistance des caractères stratigraphiques positifs. — Sous cette rubrique, nous avons, à chaque classe, parlé d'un caractère des genres, qui a autant d'importance zoologique que géologique. C'est cette persistance qui fait que, lorsqu'un genre commence à se montrer, il se trouve ordinairement dans tous les étages intermédiaires, jusqu'à ce qu'il disparaisse entièrement ou qu'il arrive à l'époque actuelle. Les genres éteints pour la faune contemporaine, comme ceux qui ont encore des représentants dans la faune actuelle, sont dans le même cas. Citons quelques exemples. Parmi les mammifères, on voit les genres *lutra*, *canis*, *viverra*, se montrer dans tous les étages, depuis leur première apparition jusqu'à l'époque actuelle; les oiseaux dont on connaît si peu de traces fossiles, montrent, néanmoins, ce caractère. Il en est de même des genres *nautilus*, *ammonites*, *orthoceratites*, parmi les céphalopodes; des genres *trochus*, *turbo*, *chemnitria*, parmi les gastéropodes; des genres *avicula*, *cardium*, *nucula*, parmi les lamellibranches; des genres *terebratula*, *rynchonella*, *atrypa*, *orthis*, *spirifer*, parmi les brachiopodes; des genres *diastopora*, *entalophora*, parmi les bryozoaires; des *echinus*, des *cidaris*, des *pentacrinus*, parmi les échinodermes; des *synostrea*, parmi les zoophytes; des *cristellaria*, parmi les foraminifères, etc., etc. Quand on compare le nombre des genres qui offrent cette persistance si marquée à travers tous les étages, à ces quelques formes isolées, ne dépassant pas le chiffre de *trois pour cent*, qui, au contraire, attestent une grande interruption entre le premier étage où ils sont nés et ceux où ils reparaissent de nouveau, on est forcé de conclure que la persistance est le fait général, tandis que la non-persistance est l'exception.

Nous insistons beaucoup sur cette conclusion, basée sur la généralisation des faits, parce qu'elle nous offre, dans le genre formant exception, un motif de plus de l'étudier scrupuleusement, afin de voir si cette exception

est réelle, ou si elle n'est pas déterminée par une fausse détermination. On a reconnu que beaucoup de ces exceptions étaient, en effet, produites par des erreurs. Néanmoins, comme il en reste encore, il est bon de se fixer sur le jugement qu'on en doit porter, sous le rapport des caractères stratigraphiques. Quand un genre manque dans un ou plusieurs étages, tout en étant représenté dans les étages inférieurs et supérieurs, il faut croire que, s'il n'a pas été rencontré dans les étages intermédiaires, il doit, sans aucun doute, exister sur des points géologiques encore inconnus à la science, et sa *non-présence* dans cette partie intermédiaire ne peut être regardée comme un fait négatif.

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE,

SUIVANT LES DIVISIONS ZOOLOGIQUES,

Du nombre des genres pouvant servir de caractères positifs et négatifs dans les terrains géologiques

DIVISIONS ZOOLOGIQUES.	GENRES FORMANT CARACTÈRES POSITIFS ET NÉGATIFS PAR TERRAINS										NOMBRE des espèces fossiles.
	Paléozoïques.		Triasiques.		Jurassiques.		Crétacés.		Tertiaires.		
	positifs.	négatifs.	positifs.	négatifs.	positifs.	négatifs.	positifs.	négatifs.	positifs.	négatifs.	
Mammifères.	»	115	»	115	2	113	»	115	113	2	400
Oiseaux.	»	44	»	44	»	44	3	41	41	3	66
Reptiles.	2	65	18	49	27	47	16	51	21	46	276
Poissons.	67	191	15	263	56	222	46	232	141	131	1,000
Crustacés	40	60	2	92	36	64	6	94	24	76	1,000
Céphalopodes acétabulifères.	»	18	1	17	12	6	4	14	7	11	1,448
Céphalopodes tentaculifères.	22	14	7	29	7	29	14	22	1	35	
Gastéropodes terrestres et fluviatiles.	»	17	»	17	»	17	1	16	17	»	6,213
Gastéropodes marins.	29	92	20	101	38	83	57	64	94	27	
Lamellibranches fluviatiles.	»	5	»	5	1	4	2	3	5	»	6,301
Lamellibranches marins.	27	65	27	65	52	40	59	33	69	23	
Brachiopodes.	25	16	7	34	8	33	20	21	8	33	1,313
Bryozoaires.	24	45	3	66	21	48	36	33	29	40	1,676
Echinodermes échinides.	3	68	2	69	19	52	39	32	33	38	695
Echinodermes crinoïdes.	40	18	2	56	11	47	7	51	2	56	286
Echinodermes astéroïdes.	1	5	1	5	5	1	3	3	1	5	40
Echinodermes ophiuroïdes.	2	8	3	7	5	5	2	8	»	8	19
Zoophytes.	58	178	12	294	57	159	73	144	65	135	1,133
Foraminifères.	1	72	»	73	10	63	36	37	57	16	657
Amorphozoaires testacés.	3	32	10	25	17	18	27	8	1	34	409
Amorphozoaires cornés.	»	1	»	1	»	1	1	»	1	»	3
Totaux. . .	324	1,129	130	1,337	384	1,096	452	1,022	730	719	22,937

GEOLOGIE (Histoire de la). — La géologie (de γῆ, *terre*, et λόγος, *traité* ou *science*) est la science qui traite des changements successifs qui se sont opérés dans les règnes organique et inorganique de la nature : elle recherche les causes de ces changements et leur influence sur les modifications que la surface du globe et sa structure intérieure ont subies. A l'aide de nos investigations sur l'état de la terre et de ses habitants, en des temps reculés, nous acquérons une connaissance plus parfaite de sa constitution, et nous obtenons des notions plus étendues sur les lois qui, à l'époque actuelle, gouvernent ses productions animées et inanimées. Lorsque nous étudions l'histoire, la comparaison de l'état présent et de l'état passé de la société donne à notre jugement sur la nature humaine, plus de rectitude et de profondeur. Nous découvrons la longue série d'événements qui, peu à peu, ont amené les choses à leur état actuel. Si nous prenons soin d'enchaîner les effets à leurs causes nous arrivons sans peine à classer et à graver dans notre mémoire une multitude de rapports compliqués, tels que les diverses particularités du caractère national, les différents degrés de perfectionnement moral et intellectuel, et une infinité d'autres circonstances qui, sans l'aide de l'Histoire, seraient ou mal comprises ou dénuées d'intérêt. De même que la condition présente des nations est le résultat d'un grand nombre de changements antérieurs, les uns d'une date extrêmement ancienne, les autres d'une origine récente, les uns graduels, les autres subits et violents; de même l'état du monde physique est le résultat d'une longue suite d'événements. Si donc nous voulons ajouter quelque chose à nos connaissances sur l'ordre actuel, il nous faudra rechercher les effets qui, dans les temps anciens, ont été le produit des diverses opérations de la nature.

Quand nous jetons un coup d'œil en arrière sur les annales des nations, nous remarquons souvent avec surprise combien le succès de telle ou telle bataille, dès longtemps oubliée par la masse des peuples, a exercé d'influence sur le sort de plusieurs millions de nos contemporains. Nous trouvons qu'à cet événement éloigné se rattachent les bornes géographiques d'un grand Etat, le langage actuellement parlé par ses habitants, leurs mœurs caractéristiques, leurs lois et

leurs opinions religieuses. Mais combien plus étonnants encore et plus inattendus sont les rapports qui viennent nous frapper, quand c'est l'histoire de la nature que nous interrogeons ! La forme d'une côte, la configuration intérieure d'un pays, l'existence et l'étendue des lacs, des vallées et des montagnes, peuvent souvent, dans des régions depuis longtemps tranquilles, être attribuées à quelque action ancienne de tremblements de terre et de volcans. A ces convulsions éloignées peuvent aussi se rattacher, d'une manière distincte, la fertilité actuelle de certains pays, la stérilité de quelques autres, l'élévation du sol au-dessus du niveau de la mer, le climat et diverses autres particularités. D'un autre côté, on peut encore rapporter un grand nombre de traits caractéristiques de la surface du globe, soit à l'action produite jadis par certaines causes lentes et tranquilles, telles que les dépôts sédimentaires qui se sont formés dans les lacs ou dans l'Océan, soit à l'accroissement des testacés et des coraux.

A ces divers exemples, j'ajouterai encore les couches de charbon que l'on trouve dans certaines localités. Ces couches sont composées de substances végétales, lesquelles ont été autrefois entraînées dans des mers et des lacs. Outre que, depuis la formation des dépôts en question, ces mers et ces lacs ont été comblés, les terres mêmes sur lesquelles jadis s'élevaient les forêts qui alimentaient les couches de charbon ont disparu ou changé de forme ; les rivières et les courants qui servaient au transport des masses végétales n'ont laissé aucune trace ; et les plantes, de même que les espèces auxquelles elles appartenaient, ont, depuis bien des siècles, disparu de la surface du globe. Cependant la prospérité commerciale et la force numérique d'une nation peuvent aujourd'hui dépendre, en très-grande partie, de la distribution locale du combustible déterminée, comme on le voit, par cet ancien état de choses.

La géologie est aussi intimement liée à la plupart des sciences physiques que l'Histoire l'est à la morale. Un historien devrait, s'il était possible, être à la fois profondément versé dans la morale, la politique, la jurisprudence, l'art militaire, la théologie ; dans toutes les sciences, en un mot, qui peuvent le conduire à la connaissance la plus parfaite des affaires humaines, ou de la nature morale et intellectuelle de l'homme. De même, il serait à souhaiter aussi qu'un géologue pût avoir des notions étendues, tant sur la chimie et sur la physique que sur la minéralogie, la zoologie, l'anatomie comparée, la botanique, et toutes les autres branches des sciences qui se rapportent à la nature organique et inorganique. A l'aide de ces connaissances, l'historien et le géologue manqueraient rarement de tirer des conséquences exactes et philosophiques des divers monuments qui rendent témoignage des événements passés. Ils sauraient à quelle combinaison de causes devaient se rapporter certains effets analogues à ceux qui se passent sous leurs yeux ; ils pourraient souvent suppléer, par induction, à des renseignements positifs sur un grand nombre de faits non consignés dans les annales défectueuses de l'antiquité. Mais comme une si grande variété de connaissances ne peut guère se rencontrer dans un seul individu, il devient nécessaire, pour atteindre ce but, que ceux qui cultivent les sciences, dont nous venons de parler, réunissent leurs talents et leurs efforts. Ainsi l'historien s'aidera des lumières de l'antiquaire et de celles des hommes qui s'adonnent aux diverses branches de la morale et de la politique ; de son côté, le géologue aura recours à différents naturalistes ; à ceux surtout qui se livrent à l'étude particulière des débris fossiles que les espèces perdues d'animaux et de plantes ont laissés.

L'analogie des monuments consultés en géologie et en histoire ne s'étend, toutefois, qu'à une seule classe de monuments historiques, à ceux dont on peut dire que le *hasard* les a chargés de perpétuer la mémoire des événements passés. Les canots, par exemple, et les haches de pierre qu'on trouve dans les tourbières d'Angleterre, donnent aux nouveaux habitants de cette île une idée des arts grossiers et des mœurs de leurs prédécesseurs ; les pièces de monnaie que l'on rencontre parfois dans la terre indiquent la date du règne de tel ou tel empereur romain ; les anciens campements font connaître les lieux occupés autrefois par des armées envahissantes, et la manière dont étaient construites les défenses militaires ; les momies égyptiennes nous fournissent des données sur l'art d'embaumer, sur le mode de sépulture en usage dans l'ancienne Egypte, sur la stature moyenne de l'espèce humaine dont les individus peuplaient cette antique contrée. Or ce genre de monuments commémoratifs, qui ne le cède à nul autre en authenticité, ne forme qu'une faible partie des ressources de l'historien, tandis qu'en géologie, il constitue la seule preuve qui soit à notre disposition. Nous ne pouvons donc espérer d'atteindre à la connaissance parfaite d'aucune série d'événements, ni de parvenir à suivre leur enchaînement lorsque ces événements remontent au delà des temps historiques. Quant au témoignage des monuments géologiques, s'il est souvent incomplet, il possède, en revanche, l'avantage d'être à l'abri de tout soupçon d'inexactitude. Nous pouvons, il est vrai, tout aussi bien nous tromper dans les conséquences que nous déduisons des faits soumis à nos observations, que nous sommes exposés à nous méprendre sur le genre et sur l'importance des phénomènes qui s'opèrent dans le cours journalier de la nature ; mais ici, du moins, l'erreur ne peut aller au delà de l'interprétation, de sorte que si cette interprétation est exacte, nos connaissances deviennent certaines.

Tant que dura l'enfance de la civilisation, les limites de l'histoire, de la poésie et de la mythologie restèrent indéterminées ; il en

lut de même de la géologie : sa nature distincte et son but positif n'ayant été reconnus que très-tard, elle demeura longtemps confondue avec plusieurs autres sciences. Au temps de Werner même, c'est-à-dire, à la fin du XVIII^e^ siècle, elle n'était considérée que comme une branche secondaire de la minéralogie; il fallait, suivant Desmarest, la ranger dans le domaine de la géographie physique. La cause la plus probable et la plus générale de cette confusion tenait à ce que l'on voulait imposer à la géologie de découvrir le mode d'origine de la terre, ou, comme l'imaginaient quelques-uns, d'étudier les effets des forces cosmogoniques mises en usage par l'auteur de la nature pour tirer cette planète du chaos, et pour l'amener au point d'*habitabilité* et de perfection où elle est aujourd'hui. Hutton fut le premier qui tenta de tracer une ligne de démarcation fortement prononcée entre sa science favorite et la cosmogonie ; il déclara que la géologie était entièrement étrangère « aux questions relatives à l'origine des choses. »

Les doctrines les plus anciennes des philosophes de l'Inde et de l'Egypte s'accordent toutes à attribuer la création première du monde à un être infini et tout puissant. Toutes aussi soutiennent d'un commun accord que cet être, existant de toute éternité, a détruit et réformé plusieurs fois le monde et ses habitants. « Les Institutes ou Lois de Manou, » le livre sacré des Indous, auquel, dans sa forme actuelle, sir William Jones attribue, pour le moins, une ancienneté de huit cent quatre-vingts ans avant Jésus-Christ, renferme, en vers remarquables, l'exposé suivant du système de destruction et de reproduction alternatives du monde :

L'Etre dont la puissance est incompréhensible, m'ayant créé, moi (Manou) et cet univers, s'absorbera de nouveau dans l'intelligence suprême, abandonnant ainsi le temps de l'énergie pour le temps du repos.

Quand cette puissance s'éveille, le monde reçoit son entière expansion; mais dès qu'un sommeil tranquille vient à s'emparer d'elle, tout le système s'anéantit... Car, tandis qu'en quelque sorte elle repose, les âmes revêtues d'un corps et douées du pouvoir d'agir cessent de se livrer à leurs diverses actions, et l'esprit lui-même devient inerte.

Manou décrit ensuite l'absorption de tous les êtres dans la suprême essence, et l'âme de Dieu assoupie elle-même, et demeurant pendant un certain temps plongée dans *la première idée, ou dans les ténèbres.* Puis il ajoute (vers. 57) : *Ainsi, par une succession alternative et constante d'heures de veille et d'heures de repos, cette immuable puissance revivifie et détruit, dans un ordre éternel, cet immense assemblage de créatures douées ou non de mouvement.*

Il déclare ensuite qu'il y a eu une longue succession de *manwantaras*, ou périodes, dont la durée a été, pour chacune, de plusieurs milliers de siècles, et continue ainsi :

Il y a aussi des créations et des destructions de mondes innombrables; mais l'être exalté au suprême degré semble se jouer de tout cela, tant il l'accomplit avec facilité; de plus, il recommence sans cesse pour le seul plaisir de donner du bonheur aux êtres qu'il crée (362).

La compilation du Code de Manou ne fut ni l'œuvre d'un seul auteur, ni celle d'une même époque; aussi, est-ce à cela, sans doute, qu'il faut attribuer la plupart des inégalités qu'on y remarque, soit dans le style, soit dans la matière. Toutefois plusieurs passages relatifs aux attributs et aux actes de « l'Etre infini et incompréhensible » y sont rendus d'une manière vraiment sublime, et traités avec une grandeur de conception remarquable ; tels sont, entre autres, quoique passablement mystérieux, les fragments cit s plus haut. Cette cosmogonie renferme tout à la fois tant d'imaginations puériles et tant d'absurdités monstrueuses, qu'on est souvent tenté d'imputer au hasard les faibles lueurs de vérité, ou la coïncidence apparente qu'on retrouve entre les dogmes orientaux et les faits observés. Cette prétendue révélation n'est pas, cependant, un pur effet de l'imagination ; il est aisé d'apercevoir les rapports qu'on y a ménagés avec les opinions et les observations des naturalistes. On y remarque certaines théories astronomiques évidemment déduites du raisonnement et de l'observation. Ainsi, par exemple, il y est énoncé qu'au pôle nord l'année était partagée en un long jour et une longue nuit; que le long jour était marqué par la présence du soleil vers le nord, et la longue nuit par son séjour dans la partie sud. Quant aux habitants de la lune, il est dit que leurs jours sont égaux aux mois des mortels (363). Si de telles propositions ne peuvent être considérées comme de simples conjectures, nous n'avons, par la même raison, aucun droit d'attribuer au hasard l'opinion si fort accréditée que la terre et ses habitants ont jadis subi une suite de révolutions et de catastrophes interrompues par de longs intervalles de tranquillité. Or, cette théorie peut avoir eu deux origines différentes : 1° les traces évidentes et palpables des révolutions anciennes qui ont eu lieu sur tous les points de la surface de notre planète, et 2° les débris d'animaux marins renfermés dans les couches solides du globe, lesquels sont si nombreux qu'on peut s'attendre à les voir devenir un sujet d'observation pour tous les peuples un peu avancés en civilisation, pour ceux surtout chez qui une certaine classe d'hommes s'adonne tout particulièrement à la méditation et à l'étude. Ces circonstances une fois établies, il semble naturel d'en tirer des conséquences, non-seulement en faveur des changements énormes qui ont dû s'accomplir dans les siècles passés, mais en faveur aussi des pé-

(362) *Institutes de la loi hindoue*, ou *Code de Manou*, traduit du sanskrit par sir William Jones; 1796.

(363) Manou, *Inst.*, c. 1, 66 et 67.

riodes de calme et de désordre qui se sont succédé alternativement ; — de calme, alors que les animaux fossiles vivaient, croissaient et se multipliaient ; — de désordre, alors que les couches, dans lesquelles furent enfouis ces mêmes animaux, se trouvèrent transportées de la mer au sein des continents, et soulevées au point de faire partie de hautes chaînes de montagnes. Quelque portés que soient certains auteurs modernes à rabaisser l'avancement intellectuel et l'antique civilisation des peuples de l'Orient, ils peuvent, néanmoins, sans craindre de se livrer à des idées exagérées sur les progrès de la science parmi ces peuples, accorder aux théories curieuses, soumises à notre examen, quelque fondement basé sur des faits observés. Quant aux catastrophes universelles et aux destructions d'êtres organisés telles qu'elles sont interprétées par les brahmes, ce sont des théories vraiment insoutenables.

Les prêtres égyptiens n'ignoraient pas que les couches inférieures des plaines du Nil renfermaient des coquilles marines ; ils savaient fort bien aussi que les collines environnant la grande vallée en contenaient également (364), d'ailleurs, les excavations considérables que nécessitaient la multitude de travaux nationaux exécutés anciennement par les monarques d'Orient, font regarder comme une chose impossible, que les philosophes de ces contrées n'aient pas eu connaissance des fossiles nombreux que renfermaient certaines couches de terrains alors en exploitation. Beaucoup de ces travaux consistaient en citernes et en canaux immenses ; or, nous savons qu'en des temps plus récents (au XIV^e^ siècle de notre ère), le déplacement de terre auquel des entreprises semblables donnèrent lieu, mit au jour des phénomènes géologiques qui attirèrent l'attention d'un peuple moins civilisé que ne l'étaient jadis un grand nombre de nations orientales (365).

Mais, quoique les brahmes aient pu, aussi bien que les prêtres de l'Egypte, avoir connaissance des fossiles existant dans certains terrains, il est possible que ces preuves n'aient servi qu'à corroborer la doctrine des destructions et des réformations successives du monde ; et que cette doctrine, de même que les traditions religieuses de la plupart des nations, ait eu pour origine première le peu d'avancement de l'état social. D'un autre côté il se pourrait également qu'elle eût pris naissance dans les récits exagérés des catastrophes partielles, mais souvent effroyables, auxquelles donnent lieu, parfois, certaines combinaisons de causes naturelles. Les déluges et les éruptions volcaniques, ces deux puissants résultats de l'action de l'eau et du feu, sont, à la surface du globe, les principaux instruments de destruction. Plus loin, nous signalerons l'étendue d'un grand nombre de phénomènes terribles qui, dans le cours actuel de la nature, se reproduisent de temps à autre ; nous nous bornerons, quant à présent, à observer que, d'une part, ces événements sont tellement propres à inspirer une grande terreur, et que, de l'autre, ils entraînent des suites si souvent funestes à des multitudes de peuples, qu'il n'est, pour ainsi dire, pas besoin, ni de l'amour du merveilleux qui caractérise les nations ignorantes et à demi civilisées, ni moins encore de l'imagination exaltée des écrivains orientaux, pour qu'on soit disposé à les transformer en conflagrations et en cataclysmes généraux.

Le grand déluge des Chinois, que leurs traditions font remonter au temps de Yaou, c'est-à-dire à un peu plus de deux mille ans avant l'ère chrétienne, a été confondu, par quelques auteurs, avec le déluge universel de l'Ancien Testament. Mais M. Davis, qui a accompagné en Chine deux ambassadeurs anglais, et qui a étudié avec le plus grand soin les traditions écrites des Chinois, rapporte qu'il y est fait mention de leur déluge, plutôt comme ayant interrompu les travaux de l'agriculture, que comme ayant entraîné la destruction générale de l'espèce humaine. Il ajoute qu'après l'inondation, des actions de grâces furent rendues au grand Yu pour avoir « ouvert neuf canaux, à l'effet de retirer les eaux qui couvraient les collines peu élevées, et baignaient le pied des plus hautes montagnes. » M. Davis donne à entendre qu'un grand débordement des eaux de la rivière Jaune, l'une des plus considérables de la terre, pourrait, même à l'époque actuelle, occasionner un nouveau déluge semblable à celui de Yaou, et ensevelir sous ses eaux les plaines les plus fertiles et les plus peuplées de la Chine. La rupture des digues d'un canal artificiel, dans lequel une partie des eaux de la rivière Jaune ont été détournées, a, plusieurs fois, dans les temps modernes, donné lieu aux plus terribles accidents ; la possibilité qu'un pareil malheur se renouvelle est, pour le gouvernement, une source d'inquiétudes continuelles. Or, n'est-il pas aisé d'imaginer combien cette inondation peut avoir été plus considérable encore, si ja-

(364) HÉRODOTE, Euterpe, 12.

(365) Il est fait mention de cette circonstance dans un manuscrit persan de l'historien Ferishta, relatif à l'établissement et au progrès de l'empire mahométan dans l'Inde. Ce manuscrit, qui aujourd'hui fait partie de la Bibliothèque de la Compagnie des Indes Orientales, appartenait originairement à la bibliothèque du sultan Tipoo, d'où il fut rapporté en 1799 par le colonel Briggs. La même circonstance a récemment éveillé l'attention du docteur Buckland, qui est entré à ce sujet dans d'assez longs détails (*Géol. Trans.*, II^e^ série, vol. II, part. III, p. 389). — L'historien Feristha rapporte qu'en 762 (ou 1360 de notre ère), le roi, dans la vue d'opérer la jonction des rivières Sélima et Sutlege, employa 50,000 hommes à couper un monticule, et que dans ce monticule on trouva des ossements d'hommes et d'éléphants, dont quelques-uns étaient pétrifiés, tandis que d'autres avaient conservé leur apparence osseuse. Les proportions gigantesques observées dans ceux de ces ossements qu'on croyait être des ossements humains, prouvent qu'ils ont appartenu à quelques-uns des plus grands pachydermes.

mais quelque tremblement de terre violent ébranla la vallée en question (366).

M. de Humboldt rapporte, qu'en 1766, après le tremblement de terre qui engloutit une grande partie des habitants de Cumana, il y eut, à la suite des grandes pluies dont furent accompagnées les convulsions souterraines, une saison d'une fertilité extraordinaire. *Suivant les idées d'une antique superstition, les Indiens*, dit-il, *célébraient par des fêtes et des danses la destruction du monde et l'époque prochaine de sa régénération* (367).

L'existence de tels rites, parmi les nations grossières de l'Amérique du sud est des plus importantes, en ce qu'elle montre l'effet que peuvent produire, sur l'esprit d'un peuple ignorant et barbare, les retours plus ou moins éloignés de ces grandes catastrophes. Les superstitions d'une tribu non civilisée se propagent successivement parmi les divers étages de la société, jusqu'à ce que, frappant l'esprit du philosophe, elles en viennent à exercer sur lui une influence puissante. Les traces des révolutions anciennes de la surface du globe lui révèlent alors l'origine évidente des traditions qui ont été transmises, de génération en génération, sur la foi du chasseur sauvage, dont l'imagination effrayée traça une image infidèle de ces manifestations terribles de déluges et de tremblements de terre, à l'aide desquels toute la partie de la terre à lui connue fut simultanément ravagée.

Quant à ce qui regarde la cosmogonie des prêtres égyptiens, on en retrouve beaucoup de traces dans les auteurs appartenant aux sectes grecques, qui empruntèrent de l'Egypte la plupart de leurs traditions, celle, entre autres, des anciennes destructions et réformations successives du monde (368). Plutarque nous apprend que cette doctrine, rapportée des bords du Nil par Orphée, ce poëte si célèbre dans les temps fabuleux de la Grèce, fut le sujet d'un de ses hymnes; dans les vers d'Orphée; la durée de chaque monde successif se retrouve exprimée, comme dans les systèmes indiens (369). Les retours de ces grandes catastrophes étaient déterminés par la période de l'*annus magnus*, ou grande année, — cycle qui se composait des révolutions du soleil, de la lune et des planètes, et dont l'accomplissement était marqué par le retour simultané de tous ces astres au signe d'où l'on supposait qu'à une époque très-éloignée ils avaient dû partir. La durée de ce grand cycle était diversement évaluée. Suivant Orphée, elle était de 120,000 ans; d'autres la croyaient de 300,000; et selon Cassandre, enfin, elle dépassait de 60,000 ans ce dernier nombre (370).

Platon, dans son Timée, dit, d'une manière expresse que les Egyptiens croyaient que de temps à autre le monde était sujet à des déluges et à des conflagrations, que c'étaient là les moyens dont les dieux se servaient pour mettre un terme à la malice humaine, et pour purger la terre des crimes qui s'y commettaient; qu'après chaque régénération, le genre humain se retrouvait dans un état parfait d'innocence et de bonheur : mais qu'ensuite il recommençait insensiblement à dégénérer, et retombait dans le vice et l'immoralité. C'est cette doctrine égyptienne qui a donné lieu à la fable de l'âge d'or et de l'âge de fer. Les stoïciens adoptèrent, sans aucune réserve, le système de catastrophes destinées à opérer, à de certains intervalles, la destruction du monde. Ils admettaient deux sortes de ces catastrophes : le cataclysme ou déluge, genre de destruction qui anéantissait l'espèce humaine entière, ainsi que toutes les productions animales et végétales de la nature; et l'ecpyrosis ou conflagration, autre mode de destruction qui occasionnait la dissolution du globe lui-même. C'est aussi des Egyptiens qu'a été empruntée l'idée de la corruption progressive de l'homme. Suivant cette croyance, vers la fin de chaque époque de repos, les dieux, poussés à bout par la méchanceté des hommes, leur envoyaient un déluge pour les exterminer; après quoi, Astrée redescendait des cieux et rendait à la terre un nouvel âge d'or (371).

Le rapport qui existe entre la doctrine des révolutions successives du globe, et les époques marquées par la perversité de l'espèce humaine, est bien plus naturel et bien plus intime qu'on n'est porté à le croire d'abord. Les peuples non civilisés sont toujours prêts à considérer les grandes calamités comme des châtiments infligés par Dieu à la malice humaine. Le récit fait à Solon, par les prêtres égyptiens, de la disparition de l'Atlantide sous les eaux de l'Océan, représente de même cet événement, qu'avaient précédé plusieurs secousses de tremblement de terre, comme une marque de la colère de Jupiter envers les habitants de cette île, dont la dépravation était parvenue à son comble (372). Lorsque, par suite des causes qui viennent d'être exposées, ou de toute autre considération, l'opinion que la terre avait subi plusieurs destructions eut une fois prévalu, il devint naturel d'en conclure que l'espèce humaine avait été détruite et recréée autant de fois qu'il y avait eu de catastrophes; et comme ces exterminations successives étaient attribuées à la vengeance céleste, il fallait en même temps, pour rendre hommage à la justice divine, supposer qu'à chaque régénération, l'homme renaissait dans son premier état d'innocence et de pureté.

Une très-grande partie de l'Asie, habitée par les plus anciens peuples dont les tradi-

(366) *Voyez* l'article de Davis sur « les Chinois, » publié par la société pour la propagation des connaissances utiles, vol. I^er^, p. 137, 147.

(367) Humboldt et Bonpland. (V. *Relat. hist.*, vol. I, p. 30.

(368) *Mythol. égypt* de Prichard, cap. 177.

(369) Plut., *De defectu oraculorum*, p. 12; Censorinus, *De die natali*. V. aussi la *Mythol. égypt.* de Prichard, p. 182.

(370) *Mythol. égypt.* de Prichard, p. 182.

(371) *Mythol. égypt.* de Prichard, p. 193.

(372) *Timée* de Platon.

tions soient parvenues jusqu'à nous, a toujours été sujette à d'effroyables tremblements de terre. Plus tard nous aurons à décrire les effets et les bornes géographiques de ces terribles convulsions souterraines. Quant à l'Egypte, qui presque en tout temps a été exempte d'un tel fléau, il est à croire que c'est de l'Orient que lui est venue la tradition de ces sortes de catastrophes.

La mythologie égyptienne faisait intervenir dans ses fictions un principe à la fois *mâle* et *femelle*, auquel elle attribuait le développement de l'embryon du monde, conformément, à très-peu près, au mode d'incubation. Lorsque, d'après cette doctrine, la première masse *chaotique* eut été produite, sous la forme d'un œuf, par un être indépendant et éternel, il fallut le concours mystérieux du principe à la fois *mâle* et *femelle* pour transformer les éléments composant la matière, en êtres organisés.

Cette conception bizarre, dont on peut à peine se retracer le souvenir sans rire, ne semble pourtant pas différer essentiellement, en principe, de certaines idées cosmologiques émises dans l'Europe moderne par des hommes d'un talent remarquable et d'un génie supérieur. Les philosophes égyptiens se donnèrent la tâche périlleuse d'établir quelques rapports entre le mode de reproduction tel qu'il existe dans le monde, c'est-à-dire, celui qui par la génération détermine la naissance d'individus nouveaux, et le mode d'opération à l'aide duquel l'auteur de la nature créa les premiers êtres organisés. Il n'était ni absurde, ni contraire à rien de ce qui nous est connu dans l'économie de l'univers, de supposer que certaines lois générales avaient pu présider à l'origine première des êtres créés, ou à la première apparition d'espèces nouvelles dans notre système. Mais l'hypothèse par laquelle on admettait qu'il y avait quelque analogie entre ces lois et celles qui régissent la reproduction continuelle des espèces, était une hypothèse entièrement gratuite. D'un autre côté, il ne serait ni déraisonnable, ni offensant pour la puissance suprême, d'imaginer que des lois générales puissent présider à la création de mondes nouveaux; et s'il était donné à l'homme d'être témoin de la naissance de ces mondes, il pourrait, par induction, raisonner sur l'origine du sien propre. Mais de pareilles données n'étant pas à sa portée, il a tenté d'y suppléer en cherchant à découvrir quelque analogie entre les agents présentement employés à détruire, à reproduire, et à changer perpétuellement la surface du globe, et ceux à l'aide desquels la première masse confuse de la terre fut tirée du chaos, et amenée, sans doute, par suite d'une énergie toujours croissante, de l'état d'embryon à l'état *d'habitabilité*.

Je ne m'occuperai pas de la diversité de nuances qui peuvent exister entre les divers systèmes si péniblement établis sur ces bases, et les mystères de « l'œuf du monde » de la fable égyptienne. C'est une question qu'il serait peut-être dangereux de soulever; car plusieurs de nos contemporains pourraient fort bien ne pas avoir autant de patience qu'en montrèrent les Athéniens, lorsque la fiction de l'œuf du chaos, introduite par Orphée dans leur mythologie, fut tournée en dérision par Aristophanes, qui, dans un hymne solennel, fit intervenir des oiseaux chantant : *Comment la nuit au noir plumage conçut dans le vaste sein de l'Erèbe, et déposa un œuf, d'où, par la suite des temps, naquit l'Amour, tout resplendissant de l'éclat de ses ailes dorées; puis, comment l'Amour féconda le Chaos aux ailes rembrunies, et donna naissance à la race des oiseaux* (373).

Après avoir séjourné plus de vingt ans en Egypte, et, suivant Cicéron, après avoir visité l'Orient et fréquenté les philosophes persans, Pythagore, de retour dans son pays, y introduisit la doctrine de la déchéance progressive de l'espèce humaine par rapport à son premier état d'innocence et de bonheur. Quant à la théorie de Pythagore, touchant la destruction et la réformation de la terre, on ne peut réellement, d'après l'esquisse qu'Ovide nous en a laissée, se dispenser de convenir qu'elle est incomparablement plus philosophique qu'aucune autre version connue des cosmogonies enfantées par les sectes orientales ou égyptiennes.

Bien qu'Ovide ait représenté Pythagore comme professant sa doctrine en personne, il n'en est pas moins vrai que certains éclaircissements relatifs à cette doctrine résultèrent d'événements naturels qui n'eurent lieu qu'après la mort du philosophe. Toutefois, malgré ces anachronismes, le récit du poëte doit être regardé comme la peinture fidèle des dogmes de l'école pythagoricienne pendant le siècle d'Auguste; car, bien que la doctrine puisse y être en partie modifiée, toujours est-il que la substance du dogme primitif doit au moins s'y trouver reproduite. Ainsi considéré, ce récit est aussi instructif que curieux, en ce qu'il renferme un sommaire habilement tracé de la plupart des grandes causes de changement actuellement en action sur le globe, — causes qui viennent à l'appui du principe de révolution progressive et constante, inhérent à la nature de notre système terrestre. Ces doctrines, il est vrai, ne sont pas directement appliquées à l'explication des faits géologiques; en d'autres termes, on n'y retrouve aucune donnée sur les changements accomplis dans les siècles passés, ni sur ceux que réservent aux âges à venir ces fluctuations incessantes. Si de telles idées sur les changements géologiques eussent été mentionnées, on n'aurait pu, en vérité, trop admirer une anticipation aussi extraordinaire, et notre surprise eût dû égaler celle des astronomes, au sujet de la route que suivit le philosophe de Samos pour atteindre à la connaissance du système de Copernic.

(373) Aristophanes, *Les oiseaux*, 694.

Examinons maintenant les passages les plus frappants de la relation d'Ovide (374) : *Rien ne meurt dans ce monde ; les choses ne font que varier et changer de forme. Naître, signifie simplement qu'une chose commence à être différente de ce qu'elle fut auparavant ; mourir, veut dire qu'elle cesse d'être la même chose. Cependant, quoique rien individuellement ne conserve longtemps la même forme, le tout reste constant dans son ensemble.* Ces propositions générales sont ainsi appuyées par de nombreux exemples, tous tirés de phénomènes naturels, à l'exception du premier qui a rapport au remplacement de l'âge d'or par l'âge de fer. Ces exemples sont cités dans l'ordre suivant :

1. La terre ferme a été convertie en mer.

2. La mer a été changée en terre. Des coquilles marines gisent loin de l'océan, et l'ancre a été trouvée au sommet des collines.

3. Des vallées ont été creusées par les eaux courantes, et des inondations ont entraîné des montagnes jusqu'au fond de la mer (375).

4. Des marais ont remplacé des terrains secs

5. Des terrains secs, à leur tour, ont été transformés en eaux stagnantes.

6. Durant des tremblements de terre, certaines sources ont tari ; d'autres ont jailli du sein de la terre ; des rivières, telles, entre autres, que l'Erasinus, en Grèce, et le Mysus, en Asie, ont abandonné leur lit pour aller reparaître ailleurs.

7. Les eaux de quelques rivières, de douces qu'elles étaient d'abord, sont devenues amères. Telles sont celles de l'Anigre, en Grèce, etc. (376).

8. La formation de certains deltas et de certains dépôts nouveaux a donné lieu à la réunion de plusieurs îles au continent : c'est ainsi qu'aujourd'hui Pharos se trouve jointe à l'Egypte, Antissa à Lesbos, etc.

9. Plusieurs presqu'îles ont été détachées du continent et sont devenues des îles ; nous citerons, entre autres, Leucadie, et aussi la Sicile, qui, suivant la tradition, était jadis réunie au continent par un isthme que la mer a entraîné.

10. Certains pays ont été submergés par l'effet de tremblements de terre. C'est ainsi que Buris et Hélice, deux villes de la Grèce, ont été ensevelies sous la mer, où on les voit encore, avec leurs murs inclinés.

11. Trézène, dans le Péloponnèse, offre l'exemple d'un autre phénomène : celui de la transformation de plaines en collines, par l'effort de l'air comprimé cherchant à s'ouvrir un passage.

12. Il est des sources où la température varie à différentes époques. Il en est d'autres dont les eaux sont inflammables (377).

13. Certains courants ont le pouvoir de pétrifier et de convertir en marbre les corps qu'ils touchent.

14. Il existe des sources et des lacs dont les eaux produisent des effets délétères, ou possèdent des propriétés médicinales très-marquées (378).

15. Certaines îles et certains rochers, tels que les îles Cyanées et Délos, ont fini, après avoir été flottants et sujets à de très-violents mouvements, par rester stationnaires et immobiles (379).

Les ouvertures volcaniques ne conservent pas toujours les mêmes positions ; soit que, par suite des convulsions du globe, certaines cavernes viennent à se fermer et d'autres à s'ouvrir, soit que les matières combustibles qui alimentent leurs feux finissent par s'épuiser, etc., etc. Ainsi, par exemple, il fut un temps où l'Etna n'était pas un mont ignivome, comme viendra sans doute un jour où il cessera de brûler.

Après cette énumération des diverses causes de changement qui agissent dans le monde inorganique, suit immédiatement la doctrine de la génération équivoque mise en avant pour prouver les changements analogues qui, perpétuellement, ont lieu parmi les êtres organisés (380).

On ne peut, en général, d'après les cosmogonies égyptienne et orientale, ainsi que d'après la version grecque de ces mêmes

(374) *Métamorph.* d'Ovide, lib. xv.

(375) *Eluvie mons est deductus in æquor.* (V. 267.) Le sens de ce dernier vers est un peu obscur ; mais considéré par rapport à l'ensemble du sujet, on peut supposer qu'il fait allusion au pouvoir destructeur des torrents, des rivières et des inondations.

(376) Peut-être est-il fait allusion ici aux effets résultant du mélange de ces eaux avec celles des sources minérales nouvelles que les tremblements de terre font naître souvent dans les régions volcaniques.

(377) Ceci se rapporte sans doute au dégagement de gaz inflammable qui a lieu dans le territoire de Bakou, à l'ouest de la mer Caspienne ; à Pietramala, dans les Apennins Toscans, et en plusieurs autres lieux.

(378) La plupart de ces propriétés semblent être tout à fait imaginaires, comme celles qu'actuellement encore tant de gens attribuent aux eaux minérales.

(379) Dans un savant et judicieux essai (*De novis insulis*, cap 19) Raspe a donné à entendre, d'une manière extrêmement probable, que l'origine de toutes les traditions relatives à certaines îles anciennes de la Méditerranée qu'on prétendait avoir successivement occupé diverses positions avant de devenir stationnaires, est due aux changements énormes qui, par suite d'éruptions sous-marines et de tremblements de terre, s'étaient opérés dans leurs formes ; — circonstances dont les îles émergées dans les temps historiques offrent plusieurs exemples récents. Dès que les convulsions qui avaient occasionné ces changements cessaient, les îles étaient réputées fixes.

(380) La supposition que Pythagore rapporta de l'Orient, non-seulement le système d'une succession éternelle de catastrophes violentes et universelles, et de périodes de repos, mais aussi la doctrine des révolutions périodiques résultant de l'action continue des causes ordinaires, n'a rien d'incompatible avec la mythologie hindoue ; en effet, Brahma, Vishnou et Shiva, la première, la seconde et la troisième personne de la Trinité hindoue, représentaient chacune séparément les pouvoirs créateurs, conservateurs et destructeurs de la divinité. La coexistence de ces trois attributs, agissant tous simultanément, pouvait très-bien s'accorder avec l'idée de changements perpétuels, mais partiels, et susceptibles de produire à la longue une révolution complète. Quant

cosmogonies, attacher aucun sens défini à ces mots : *destruction du monde;* car, tantôt ils paraissent s'étendre à notre système planétaire tout entier, tandis que d'autres fois ils semblent s'appliquer seulement à quelque révolution de la surface terrestre.

D'après les ouvrages qui nous sont restés d'Aristote, et d'après le système de Pythagore qui vient d'être exposé, il est aisé d'apercevoir que ces deux philosophes ont considéré les causes de changement actuellement existantes dans la nature, comme propres à déterminer, par la suite des siècles, une révolution complète. Aristote va même jusqu'à regarder les catastrophes accidentelles, qui de temps à autre se manifestent, comme contribuant chacune pour sa part au cours régulier et ordinaire de la nature. Le déluge de Deucalion, dit-il, qui n'affecta que la Grèce, cette partie, entre autres, qu'on appelait Hellade, fut occasionné par les inondations considérables qui eurent lieu durant un hiver pluvieux. Mais ces hivers extraordinaires, ajoute-t-il, quoique revenant à certains intervalles, ne se reproduisent pas toujours dans les mêmes lieux (381).

Censorinus rapporte que, suivant l'opinion d'Aristote, le globe était sujet à des inondations générales, alternant avec des conflagrations; que le déluge constituait l'hiver de la grande année ou cycle astronomique; tandis que la conflagration, ou destruction par le feu, formait l'été, ou l'époque des plus grandes chaleurs de cette même période (382). Si, comme le suppose Lipsius, cette citation de Censorinus est la reproduction exagérée d'un passage du *Traité des Météores*, elle doit être considérée comme une reproduction aussi grossière qu'infidèle de la doctrine du philosophe de Stagyre; car, dans ce traité, le but général de son raisonnement tend évidemment vers une direction opposée. Il rapporte plusieurs exemples de changements pareils à ceux qui, de nos jours, continuent à s'accomplir d'une manière constante, et insiste avec une certaine emphase sur les grands résultats que, dans le cours des siècles, ces changements peuvent produire. Il cite des lacs qui se sont desséchés, et des déserts qui, à la longue, sont devenus fertiles par l'influence des rivières qui y ont établi leur cours. Il signale l'accroissement du delta du Nil depuis Homère jusqu'à l'envasement du Palus-Méotide qui eut lieu soixante ans avant le temps où Aristote vivait. Bien que dans le même chapitre l'auteur ne dise rien des tremblements de terre, d'autres parties de son traité indiquent qu'il n'était pas étranger aux effets résultant de ces phénomènes (383). C'est ainsi, par exemple, que, faisant allusion à l'apparition d'une des îles Éoliennes, qui précéda une éruption volcanique, il s'exprime de la manière suivante : « Les révolutions du globe sont si lentes, comparativement à la durée de notre vie, que leurs progrès sont tout à fait insensibles (λανθάνει); d'un autre côté, les migrations des peuples, après de violentes catastrophes, et leur éloignement des lieux où la scène s'est passée, occasionnent souvent l'oubli de grands événements (384).

Les connaissances que possédait Aristote sur les pouvoirs destructeur et reproducteur de la nature se laissent apercevoir dans ses divers ouvrages; mais c'est surtout dans l'introduction et à la fin du douzième chapitre de son *Traité des Météores*, qu'elles se montrent dans toute leur étendue, ainsi que l'on peut en juger par la manière dont est conçue la première phrase de ce traité : *Il est certains pays où la distribution des terres et des mers n'est pas en tous temps la même, c'est-à-dire que telle partie qui à une époque était terre, devient mer ensuite; et que telle autre qui faisait partie de la mer devient terre à son tour. De plus, il y a tout lieu de croire que c'est d'après une certaine loi, et dans le cours d'une période déterminée, que s'opèrent ces changements.* En concluant, il ajoute : *Comme le temps ne périt jamais, et que l'univers est éternel, on ne peut supposer que le Tanaïs et le Nil aient toujours coulé. Les lieux où ils prennent naissance durent être secs jadis; leur existence bien certainement a des bornes, car le temps seul n'en a pas. Toutes les autres rivières subissent le même sort; toutes naissent et toutes meurent; la mer n'a pas plus de constance : sans cesse nous la voyons abandonner certains lieux et en envahir d'autres. La terre ne présente donc pas toujours le même aspect; là où nous foulons aujourd'hui un sol continental, la mer a séjourné et séjournera encore; la région où elle est à présent fut jadis, et redeviendra plus tard encore un continent. Le temps modifie tout.*

Ces remarques d'Aristote donnent tout lieu de croire que non-seulement les Grecs avaient emprunté à leurs devanciers la théorie relative aux révolutions périodiques du monde inorganique, mais qu'en outre, leurs propres observations les avaient en partie conduits à ces mêmes idées. Quant à ce qui regarde les anciens changements de la nature organisée, rien ne peut faire supposer qu'ils s'en soient occupés. La circonstance même des débris marins renfermés dans des roches solides, quoique observée par quelques-uns, et bien qu'ayant servi de base à certaines spéculations géologiques, n'éveilla jamais l'attention des naturalistes, ni ne les guida dans leurs recherches. Il serait très-possible que la théorie de la génération équivoque eût contribué pour beaucoup à l'indifférence qui régnait à cet égard ; peut-être aussi qu'en donnant lieu de supposer que le monde organique était sujet à la plus grande instabilité et à un état incessant de

a la fiction exprimée dans les vers de Manou que nous avons cités plus haut, fiction relative aux retours alternatifs et constants des heures de veille et de sommeil du Grand Etre, elle paraît se rapporter au système des grandes catastrophes générales suivies de créations nouvelles et de périodes de repos.

(381) *De meteor.*, lib. I, cap. 12.
(382) *De die nat.*
(383) *De meteor.*, lib. II, cap. 14, 15 et 16.
(384) *De meteor.*, lib. II, cap. 14, 15 et 16.

fluctuation, la croyance de la production spontanée d'êtres vivants provenant de la terre ou de la matière corrompue, empêcha les phénomènes qui indiquent d'anciens changements d'exciter une vive curiosité. Les Égyptiens, il est vrai, et les Stoïciens après eux avaient enseigné que la terre, jadis, avait donné naissance à quelques animaux monstrueux, dont l'espèce s'était ensuite perdue. Toutefois, il paraît que l'opinion dominante était qu'après chaque grande catastrophe les mêmes espèces d'animaux étaient de nouveau reproduites. Cette croyance est exprimée dans un passage de Sénèque, où, en parlant d'un déluge futur, il dit : *Tous les animaux seront recréés, et l'homme, affranchi du crime, sera rendu à la terre* (385).

Une vieille tradition arabe, relative à la théorie des révolutions successives du globe, semble faire exception à la règle générale. Cette tradition, qui a été reproduite en latin par Abraham Ecchellensis (386), renferme l'idée de la création de divers genres et espèces. Suivant les Gerbanites, secte d'astronomes qui florissait quelques siècles avant l'ère chrétienne, *tous les trente-six mille quatre cent vingt-cinq ans, un couple d'animaux mâle et femelle de* CHAQUE *espèce était créé, et donnait, en se reproduisant, de nouveaux habitants à la terre. Mais lorsqu'une révolution des orbes célestes, comprenant cet espace de* 36,425 *ans, se trouvait accomplie,* D'AUTRES GENRES ET D'AUTRES ESPÈCES *succédaient aux premiers Il en était de même des plantes et de toutes les autres productions; le premier ordre étant détruit, celui qui le remplaçait éprouvait, à son tour, le même sort, et ainsi de suite indéfiniment* (387).

De même que les Grecs nous ont transmis par leurs ouvrages les doctrines d'un grand nombre de philosophes orientaux et égyptiens, de même aussi, les écrivains du temps d'Auguste et des siècles suivants nous ont mis à portée de connaître les opinions des anciens auteurs grecs. Strabon surtout, au second livre de sa géographie, se livre à d'assez longs développements sur les opinions d'Eratosthènes et de plusieurs autres Grecs, relativement à un des problèmes les plus difficiles de la géologie, savoir, les causes auxquelles doit être attribuée la présence d'un grand nombre de coquilles marines dans certaines couches très-élevées et très-éloignées de la mer.

Il cite, entre autres, l'explication donnée à ce sujet par Xanthus le Lydien. Ce philosophe prétendait que jadis les mers avaient eu une étendue plus grande que celle qu'elles offraient de son temps; suivant lui, elles s'étaient desséchées en partie, c'est-à-dire, d'une manière moins complète que certains puits, certains lacs et certaines rivières d'Asie, qui, de ses jours aussi, et durant une saison de sécheresse, s'étaient trouvés entièrement privés d'eau. Après avoir traité cette conjecture sans plus d'égards qu'elle n'en mérite, Strabon passe à l'hypothèse de Straton le physicien. Ce philosophe avait observé que la quantité de limon, transportée dans le Pont-Euxin par les rivières qui s'y jettent, était si grande, que son lit devait nécessairement aller en s'élevant, tant que ces rivières continueraient à y verser la même quantité d'eau; par suite, il pensait que lorsque originairement le Pont-Euxin était une mer intérieure, son niveau avait dû, à raison des causes ci-dessus mentionnées, atteindre une hauteur qui permît à cette mer de franchir ses digues, et de s'ouvrir, près de Byzance, une communication avec la Propontide. Il supposait, en outre, qu'un desséchement partiel avait dû convertir déjà la partie gauche du Pont-Euxin en un sol marécageux; enfin que, par la suite des temps, cette mer tout entière se trouverait ainsi transformée en un terrain solide. On a, de même, prétendu que la Méditerranée s'était jadis ouvert, aux colonnes d'Hercule, un passage dans l'Océan; que les coquilles marines trouvées en si grande abondance près du temple de Jupiter-Ammon, en Afrique, pouvaient fort bien avoir été déposées par quelque mer intérieure ancienne, qui, à la longue, se fraya une issue nouvelle, et abandonna le lit où, pendant longtemps, ses eaux avaient reposé.

Strabon rejette cette théorie comme étant insuffisante pour rendre compte de tous les phénomènes observés, et il en propose une autre qu'il a imaginée lui-même. Cette dernière est d'une très-grande profondeur, et commence à présent seulement à être appréciée par les géologues modernes. *Ce n'est pas*, dit Strabon, *parce que les terres couvertes par les mers furent originairement de hauteurs différentes, que les eaux se sont*

(385) *Omne ex integro animal generabitur, habiturque terris homo inscius scelerum.* (*Quæst. Nat.*, III, c. 29.)

(386) Cet auteur était professeur de syriaque et d'arabe à Paris, où il publia une traduction latine de plusieurs manuscrits arabes, traitant de diverses branches de la philosophie. Cet ouvrage a toujours été considéré comme étant d'une très-grande autorité.

(387) *Gerbanitæ docebant singulos triginta sex mille annos quadringentos, viginti quinque bina ex singulis animalium speciebus produci, marem scilicet ac feminam, ex quibus animalia propagantur, hunc-que inferiorem incolunt orbem. Absoluta autem cœlestium orbium circulatione, quæ illo annorum conficitur spatio, iterum alia producuntur animalium genera et species quemadmodum et plantarum aliarumque rerum, et primus destruitur ordo, sicque in infinitum producitur.* (*Histor. Orient.*, suppl., per Abrahamum ECCHELLENSUM, Syrum Maronitam, cap. 7 et 8, ad calcem *Chronici Oriental.*; Parisis; e typ. regia, 1685, in-fol.

J'ai reproduit ici la ponctuation telle qu'elle existe dans l'édition de Paris, où il n'y a pas de virgule après *quinque*; mais à l'instigation de Schlegel, j'ai fait rapporter le nombre vingt-cinq à la période d'années, et non au nombre de couples des espèces créées au même moment. Suivant l'interprétation de Fortis, vingt-cinq espèces seulement auraient été créées ensemble; mais le sens du passage ne saurait admettre cette construction. (*Mém. sur l'Hist. nat. de l'Italie*, vol. 1er, p. 202.)

ou élevées ou abaissées, ou retirées de certains lieux pour en inonder d'autres; la vraie raison de ces divers phénomènes est que la même terre tantôt s'élève et tantôt se déprime; et que la mer, obligée de suivre ces divers mouvements, tantôt franchit ses bornes, et tantôt rentre dans ses limites. C'est donc au sol que doit être attribuée la cause dont il s'agit : soit à ce sol qui forme le fond de la mer, soit à celui qu'elle inonde parfois ; le premier, néanmoins, étant, à cause de son humidité, plus mobile que l'autre, on conçoit aisément qu'il doive être sujet à des altérations plus promptes, et jouer un plus grand rôle dans l'accomplissement des phénomènes (388). *Il convient*, ajoute encore Strabon, *de tirer nos explications de choses qui tombent sous les sens, et qui, telles que les déluges, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques* (389) *et les soulèvements spontanés de terrains sous-marins, se reproduisent en quelque sorte tous les jours.* Cette dernière circonstance entraîne nécessairement avec elle le soulèvement de la mer; de même que le phénomène opposé, c'est-à-dire l'affaissement nouveau des mêmes terres, occasionne de nouveau sa dépression. Il ne faut pas croire que les petites îles soient seules susceptibles de participer au soulèvement et à l'abaissement de la mer; les grandes îles et les continents sont également sujets à ce double mouvement, qui se manifeste indifféremment à l'égard de grandes et de petites étendues de terrain. Ainsi, par exemple, on a vu quelquefois des habitations et des villes entières, telles que Bure, Byzona et plusieurs autres, être englouties par des tremblements de terre.

Ailleurs, en faisant allusion à cette tradition que la Sicile a été séparée de l'Italie par une cause violente, le savant géographe observe que depuis que dans ces régions le feu, les matières ignées et l'eau ont trouvé des orifices qui leur servent d'issue, le sol voisin de la mer n'est que très-rarement ébranlé par des secousses souterraines; tandis qu'autrefois, lorsque les volcans de l'Etna, des îles de Lipari, d'Ischia et plusieurs autres, n'avaient point encore d'ouvertures, le feu et l'air comprimés devaient, suivant toute probabilité, produire des effets bien plus violents (390). Ce passage de Strabon nous prouve que ce n'est pas une doctrine nouvelle que celle qui porte à considérer les volcans comme des soupapes de sûreté, et à croire que les convulsions souterraines, qui précèdent ou accompagnent les premières éruptions d'un volcan, sont incomparablement plus terribles que celles qui peuvent avoir lieu lorsqu'une fois les orifices de ce même volcan sont bien établis.

Un autre passage du même auteur (391) nous apprend qu'il était de dogme parmi les druides, que l'univers est immortel, et destiné à survivre à des catastrophes occasionnées par l'eau et par le feu. On ne saurait douter que cette doctrine, ainsi que la plupart des connaissances que possédaient les prêtres de la Gaule, ne leur aient été transmises par les peuples de l'Orient. César dit qu'ils faisaient usage de lettres grecques dans leurs calculs arithmétiques (392).

Ce philosophe n'avait point d'opinions théoriques, à lui personnelles, touchant les changements qui s'accomplissent à la surface de la terre. Sur ce sujet, comme sur tous ceux dont il a fait mention dans ses ouvrages, il s'est borné à jouer le simple rôle de compilateur, ne se donnant pas plus la peine de discuter les faits qu'il a rapportés, que de les citer avec ordre. Toutefois, l'énumération qu'il nous a laissée des îles nouvelles qui s'étaient formées dans la Méditerranée, ainsi que de plusieurs autres révolutions naturelles, montre que les anciens avaient su observer les changements qui, de mémoire d'homme, s'étaient produits à la surface du globe.

Telles semblent être les opinions qui, avant l'ère chrétienne, prévalaient à l'égard des révolutions anciennes de notre planète. Quoique aucune recherche particulière n'eût été faite dans le but exprès d'interpréter les vestiges des changements passés, ces vestiges étaient trop évidents, trop palpables, pour qu'il pût être possible de ne point les remarquer; de plus, l'observation des phénomènes présentait trop de preuves des changements continuels qui s'opèrent sur la terre, pour qu'il fût permis aux philosophes de croire que la nature était dans un état de repos, ou que la surface du globe n'avait jamais subi et ne subirait jamais de changements. Mais ces mêmes observateurs n'avaient pas comparé attentivement les résultats des actions destructrices et reproductrices des temps modernes, avec les résultats des causes qui agirent dans les temps anciens; ils ne s'étaient même jamais avancés jusqu'à faire la moindre conjecture sur l'ancienneté relative soit de la race humaine, soit des espèces d'animaux et de plantes qui vivaient de leur temps, et des espèces qui avaient appartenu à l'ancien monde organique. A grands frais d'application et de travail, ils étudièrent les mouvements et les positions des corps célestes, et acquirent quelques connaissances sur les trois règnes de la nature; mais l'histoire ancienne du globe, quoique écrite en caractères aussi frappants qu'imposants, était restée pour eux comme un livre

(388) *Quod enim hoc attollitur, aut subsidit et vel inundat quædam loca, vel ab iis recedit, ejus rei causa non est, quod alia aliis sola humiliora sint aut altiora; sed quod idem solum modo attollitur, modo deprimitur; simulque etiam modo attollitur, modo deprimitur mare; itaque vel exundat vel in suum redit locum.* Postea, p. 88. *Restat, ut causam adscribamus solo, sive quod mari subest, sive quod inundatur; potius tamen ei quod mari subest. Hoc enim multo est mobilius, et quod ob humiditatem celerius mutari possit.* (Strabon, *Georg.*, edit. Almelov.; Amst. 1707, lib. I.)

(389) *Eruptions volcaniques, eruptiones flatuum*, dans la traduction latine, et dans l'original grec αναφύσηματα, éruptions gazeuses? ou boursouflements de terre? (*Ibid.*, p. 93.)

(390) Strabon, lib. VI, p. 396.

(391) Strabon, liv. IV.

(392) Strabon, liv, VI, chap. 13

scellé dont ils ignoraient jusqu'à l'existence.

Après la décadence de l'empire romain, la culture des sciences physiques fut remise en vigueur avec quelque succès par les Sarrasins, vers le milieu du VIII^e^ siècle de notre ère. A cette époque, les ouvrages des auteurs classiques les plus célèbres s'achetaient à grands frais des Chrétiens, et étaient traduits en arabe; en même temps que, d'un autre côté, Al-Mamoun, fils du fameux Haroun-Al-Raschid, contemporain de Charlemagne, recevait à sa cour de Bagdad, avec les marques de la plus flatteuse distinction, les astronomes et tous les savants étrangers qui s'y présentaient. Ce calife et plusieurs de ses successeurs trouvèrent beaucoup d'opposition et de jalousie de la part des docteurs de la loi mahométane, qui voulaient que les musulmans bornassent leurs études au Koran, redoutant les effets que pouvaient produire le goût trop généralement répandu des sciences physiques (393).

Presque tous les ouvrages des anciens écrivains arabes sont perdus. Parmi ceux du X^e^ siècle, dont quelques-uns ont été conservés, nous citerons un petit traité d'Avicenne le physicien, « sur la formation et la classification des minéraux, » ouvrage dans lequel cet auteur a fait preuve d'un talent inconstestable. Son second chapitre, *Sur la cause des montagnes*, est surtout très-digne de remarque. Les montagnes, dit-il, sont dues, les unes à des causes essentielles, et les autres, à des causes accidentelles. Comme exemple de causes essentielles, il cite *les tremblements de terre violents, par lesquels le sol se trouve soulevé et changé en montagnes*. Quant aux causes accidentelles, la principale est l'excavation produite par l'eau, — phénomène qui, en donnant lieu à des cavités, rend saillants les terrains environnants, et en fait des éminences (394).

Ce fut dans le même siècle qu'Omar, surnommé *El Aalem*, ou *le Savant*, écrivit sur *La Retraite de la Mer*. Cet auteur paraît s'être assuré, par la comparaison des cartes de son temps avec celles des astronomes indiens et persans, faites deux mille ans auparavant, que, depuis les temps historiques, des changements considérables avaient eu lieu dans la configuration des côtes de l'Asie; il trouva qu'à certaines époques anciennes la mer avait été plus étendue. Une autre circonstance, le grand nombre de sources et de marais *salais* répandus dans l'intérieur de l'Asie, vint encore le confirmer dans cette opinion. En des temps plus récents, Pallas tira de ce phénomène la même conséquence.

M. de Hoff a suggéré l'idée, extrêmement probable, que ce furent les changements de niveau de la mer Caspienne (dont plusieurs, vraisemblablement, ont eu lieu dans les temps historiques), et les dispositions géologiques du district où elle est située, qui, en indiquant que cette mer avait abandonné son ancien lit, conduisirent Omar à sa théorie de la retraite générale de la mer (395). Toutefois, quelles qu'aient pu être les preuves sur lesquelles reposait son système, il fut déclaré en opposition avec certains passages du Koran; et l'auteur, sommé de faire publiquement la rétractation de ses erreurs, s'exila volontairement de Samarcande, pour se soustraire à la persécution (396).

Les opinions cosmologiques exprimées dans le Koran étant fort peu nombreuses, et ne se trouvant, d'ailleurs, introduites dans ce livre que d'une manière tout à fait incidente, il serait assez difficile de comprendre comment elles auraient pu jouer un rôle aussi important dans une discussion relative aux révolutions anciennes du globe. Le prophète déclare que la terre fut créée en deux jours, et qu'aussitôt sa création accomplie les montagnes furent placées à sa surface; que, durant ces deux jours et deux autres encore, les habitants destinés à la peupler recurent l'existence; et qu'en deux nouveaux jours, enfin, les sept cieux furent créés à leur tour (397). Le Koran n'ajoute aucun autre détail au sujet de la création, et s'exprime d'une manière tout aussi brève en parlant du déluge, à l'occasion duquel il dit que les eaux s'échappèrent d'un four (fable bizarre, que l'on suppose avoir été empruntée aux mages persans, qui représentaient les eaux diluviales comme sortant du four d'une vieille femme (398); que tous les hommes, à l'exception de Noé et de sa famille, furent noyés; mais que Dieu ayant dit ensuite : « O terre, engloutis tes eaux; et toi, ciel, retiens tes pluies! » les eaux diminuèrent à l'instant (399).

Nous pouvons supposer qu'Omar a représenté l'abandon de la terre par la mer, comme ayant été graduel, et que son hypothèse exigeait, pour l'accomplissement de la retraite des eaux, un plus grand nombre de siècles que n'en admettait la croyance musulmane;

(393) *Mod. Univ. Hist.*, vol. II, ch. 4, sect. 3.

(394) *Montes quandoque fiunt ex causa essentiali, quandoque ex causa accidentali. Ex essentiali causa, ut ex vehementi motu terræ elevatur terra, et fit mons. Accidentali*, etc. (*De congelatione lapidum*, ED. GEDANI; 1682.)

(395) Von HOFF *Geschichte der Veränderungen der Erdoberfläche*, vol. I^er^, p. 406, que cite Delisle, bey Hismana *Welt-und Volkergeschichte, alte Geschich ter theil*, s. 234.

(396) Les persécutions arabes relatives à des dogmes hérétiques, en matière de théologie, étaient souvent très-sanguinaires. Dans le temps où la science jouissait de la plus haute estime, les mahométans étaient divisés en deux sectes : l'une soutenait que le Koran était incréé, et avait subsisté en Dieu même de toute éternité; l'autre, dite la secte des motazalites, tout en admettant que le Koran était d'institution divine, ne faisait dater son origine que du moment où il avait été révélé au prophète à la Mecque, et accusait ses adversaires de croire à deux êtres éternels. Les opinions de chacune de ces sectes furent admises par différents califes successivement; et l'on vit quelquefois leurs partisans respectifs, mieux aimer perdre la tête, ou mourir sous le fouet, que de renoncer à leur croyance. (*Mod. Univ. Hist.*, vol. II. ch. 4.

(397) Koran, ch. 41.

(398) Koran. Traduct. de Sale, ch. 11. (*V. la note.*)

(399) *Ibid.*

car on doit conclure du Koran, que l'homme et la planète qu'il habite furent créés en même temps; et quoique Mahomet n'ait pas déterminé d'une manière expresse l'ancienneté de la race humaine, il donne cependant une sanction implicite à la chronologie mosaïque, par la vénération qu'il témoigne pour les patriarches hébreux (400).

On conserve à la Bibliothèque impériale de Paris, un manuscrit arabe intitulé : *Merveilles de la nature*, dont l'auteur, Mohammed Kazwini, florissait au VII^e^ siècle de l'hégire, ou vers la fin du XIII^e^ siècle de notre ère (401). Outre diverses remarques sur les aérolithes, les tremblements de terre et les changements de position que la terre et la mer ont éprouvés successivement, il renferme la belle narration suivante que l'auteur met dans la bouche de Kidhz, personnage allégorique. — Passant un jour par une ville très-ancienne, et prodigieusement peuplée, je demandai à l'un de ses habitants depuis quand elle était fondée. — « C'est, me répondit-il, une cité « puissante; mais pour vous dire depuis « combien de temps elle existe, cela m'est « absolument impossible, et à ce sujet, nos « ancêtres étaient tout aussi ignorants que « nous. » Cinq siècles plus tard, je repassai par le même lieu; n'y apercevant aucun vestige de la ville, je voulus savoir d'un paysan qui cueillait des herbes sur son ancien emplacement, combien de temps s'était écoulé depuis sa destruction. « Sur ma foi, « dit-il, vous me faites-là une question « étrange. Ce terrain n'a jamais été autre « que ce qu'il est à présent. » — Mais n'y eut-il donc pas anciennement une vaste cité? lui demandai-je encore. « Jamais, ré- « pliqua-t-il, autant du moins que nous en « puissions juger par ce que nous avons vu; « je vous dirai même que jamais nos pères « ne nous en ont encore parlé. » Cinq cents autres années après, je revins encore aux mêmes lieux; cette fois, *la mer en occupait la place*. Ayant aperçu des pêcheurs sur ses rivages, je leur demandai depuis quand la mer avait envahi ce terrain. « Un homme « comme vous, dirent-ils, peut-il faire une « semblable question? Ce lieu a toujours « été tel qu'il est aujourd'hui. » Au bout de cinq cents nouvelles années, j'y retournai encore. La mer n'y étant plus, je voulus savoir depuis combien de temps elle s'était retirée. Un homme a qui je le demandai me répondit, comme tous les précédents, c'est-à-dire, que les choses avaient toujours été ainsi que je les voyais. Enfin, après un laps de temps égal aux précédents, j'y retournai pour la dernière fois, et je trouvai, en place d'un lieu désert, une cité florissante, plus peuplée et plus riche en monuments somptueux que la première que j'avais vue. Voulant alors connaître la durée de son existence, je m'adressai aux habitants, qui me dirent : « L'origine de cette ville se perd dans la nuit « des temps, nous ignorons depuis quand elle « existe, et nos pères, à ce sujet, n'en sa- « vaient pas plus que nous. »

Ce ne fut guère qu'au commencement du XVI^e^ siècle que les phénomènes géologiques commencèrent à fixer l'attention des nations chrétiennes. A cette époque, une controverse des plus vives s'éleva en Italie, au sujet de la nature véritable et de l'origine des coquilles marines et des autres corps organisés fossiles que l'on trouvait en abondance dans les couches de cette contrée. Le célèbre peintre Léonard de Vinci, qui, dans sa jeunesse, avait conçu le plan de plusieurs canaux navigables qu'il exécuta lui-même dans le nord de l'Italie, fut un des premiers qui sut appliquer, au sujet en question, un raisonnement logique et sain. Il prétendait que la vase des rivières avait recouvert l'extérieur et pénétré à l'intérieur des coquilles fossiles, alors que ces corps reposaient au fond de la mer près du rivage. *On assure*, disait-il, *que ces coquilles furent formées dans les collines par l'influence des étoiles, mais s'il en fût ainsi jadis, pourquoi n'en serait-il pas encore de même aujourd'hui. Qui pourrait me dire où sont les étoiles formant à l'époque actuelle dans les collines les coquilles d'espèces et d'âges différents qu'on y trouve. Comment, d'ailleurs, se rendre compte, à l'aide des étoiles, de l'origine de ce gravier dont les parties n'ont pu être arrondies que par le mouvement de l'eau courante, et qu'on rencontre à diverses hauteurs? Comment, enfin, expliquer, par une telle cause, la pétrification des feuilles et des plantes marines que renferment aussi les collines* (402).

Les excavations faites en 1517, à l'occasion des travaux qu'on exécutait à Vérone, mirent au jour une multitude de pétrifications curieuses, et donnèrent lieu aux spéculations de divers auteurs, parmi lesquels nous citerons, entre autres, Fracastoro (403). Celui-ci déclara que, dans son opinion, les coquilles fossiles avaient toutes appartenu à des êtres vivants, lesquels vécurent jadis, et multiplièrent là où se trouvaient alors leurs dépouilles. Il démontra combien, pour expliquer l'origine de ces fossiles, il était absurde de recourir à une certaine *force plastique*, douée, disait-on, du pouvoir de donner aux pierres des formes organiques. Fracastoro prouva, à l'aide d'arguments non moins puissants, qu'il était tout aussi peu sensé d'attribuer la situation des coquilles en

(400) Kossa, gouverneur du calife Al-Mamûd, fut l'auteur d'un livre intitulé : *Histoire des Patriarches et des Prophètes depuis la création du monde.* (*Mod. Univ. Hist.*, vol. II, ch. 4.)

(401) Traduit par MM. Chezy et de Sacy, et cité par M. Elie de Beaumont. (*Ann. des sciences nat.*, 1832.)

(402) *Voy.* les extraits des manuscrits de Léonard de Vinci, lesquels sont actuellement à la bibliothèque de l'Institut de France. Ces extraits, dus à Venturi, ne sont pas mentionnés par Brocchi; c'est M. Hallam qui, le premier, a fixé sur eux l'attention. Léonard de Vinci mourut en 1519.

(403) *Muséum calcéol. Voyez* le *Discours* de Brocchi *sur les progrès de l'étude de la conchyliologie fossile en Italie.* Dans ce discours, quelques-unes des notices sur les auteurs italiens ont plus d'étendue que je n'ai pu leur en donner ici.

question au déluge biblique, ainsi que quelques-uns soutenaient obstinément qu'on devait le faire; car, disait-il, outre que cette inondation fut de trop courte durée pour produire le déplacement de ces corps, on doit remarquer aussi qu'elle fut occasionnée presque entièrement par des eaux fluviales. D'un autre côté, en admettant même que l'inondation eût été capable de transporter les coquilles à de grandes distances, elle n'aurait pu que les disséminer sur la surface du sol, et non les ensevelir à d'immenses profondeurs dans l'intérieur des montagnes. Rendus aussi évidents, de tels faits eussent mis fin pour toujours à la discussion, si les passions humaines ne se fussent trouvées engagées dans la dispute; car, bien que quelques doutes restassent encore dans certains esprits, il est probable que bientôt ils auraient disparu en présence des découvertes nouvelles faites peu de temps après, sur la structure des fossiles et de leurs analogues vivants.

Mais, bien loin d'accorder aux idées aussi justes que philosophiques de Fracastoro, l'attention qu'elles méritaient, tout le talent et la force de raisonnement des savants ne furent, durant trois siècles, employés qu'à discuter ces deux questions préliminaires et toutes simples, savoir : si les fossiles avaient appartenu à des êtres vivants; et si, une fois cette circonstance admise, tous les phénomènes ne pouvaient pas s'expliquer par le déluge de Noé. Jusqu'alors, il avait été de croyance générale, dans le monde chrétien, que l'origine de la terre remontait seulement à quelques milliers d'années, et que, depuis la création, le déluge était l'unique catastrophe qui eût produit quelque changement considérable à la surface du globe. D'une autre part, l'opinion que la conflagration de notre planète devait avoir lieu bientôt était presque aussi généralement répandue. Cependant l'époque du millénaire attendu se passa sans catastrophe. Il semble que, dès lors, il n'eût plus dû en être question que pour rire aux dépens de ceux dont la crédulité se trouvait si heureusement trompée.

Bien qu'au XVI^e^ siècle il devint nécessaire d'interpréter plus largement les prophéties, et d'assigner à la conflagration du monde une date plus éloignée, les spéculations des premiers géologues n'en renferment pas moins une allusion constante à l'accomplissement prochain d'une telle catastrophe. Quant à ce qui regarde l'ancienneté du globe, les opinions des siècles d'ignorance se maintinrent également à cette époque, sans la moindre modification. Aussi, lorsque plus tard on voulut entreprendre de détruire, par des preuves physiques, un article de foi si généralement accrédité, une alarme très-vive s'empara de tous les esprits, et il ne fallut rien moins que la tolérance et la franchise qui régnaient parmi le clergé italien, pour qu'il fût permis de débattre ce sujet en toute liberté. Les prêtres eux-mêmes prirent chaudement parti dans la controverse; les uns se prononcent pour tel côté de la question, et les autres pour tel autre. Tout en regrettant vivement le temps et le talent qui, dans cette circonstance, furent consacrés à la défense de principes insoutenables, on ne peut s'empêcher de rendre justice au peu d'acrimonie qu'entraîna cette polémique, comparativement à celle qui se manifesta dans les disputes que, deux siècles et demi plus tard, on vit éclater, *de ce côté-ci des Alpes*, parmi certains écrivains.

Le système de disputes scolastiques, encouragé dans les universités du moyen âge, avait non-seulement conduit à des habitudes d'interminables arguties, mais en était même venu jusqu'à produire ce dangereux effet que souvent des propositions absurdes et extravagantes se trouvaient préférées à des idées raisonnables et justes, par cela seul qu'elles exigeaient plus de talent pour être soutenues; le but de ces combats intellectuels était la victoire et non la vérité. Il n'y avait pas une seule théorie, quelque subtile et bizarre qu'elle fût, qui n'eût ses partisans, pourvu toutefois qu'on pût la rapporter à quelque idée populaire; et comme dans la création de leurs systèmes, les cosmogonistes ne s'en tenaient pas à l'action des causes connues, les adversaires de Fracastoro combattirent ses arguments en supposant des causes imaginaires, lesquelles différaient les unes des autres bien plus de nom que de fait. Ainsi, par exemple, Andrea Mattioli, célèbre botaniste qui expliqua Dioscorides, adopta cette opinion de l'habile mineur allemand, Agricola, qu'une certaine « matière grasse, *materia pinguis*, » mise en fermentation par la chaleur, donnait naissance à des formes organiques fossiles. D'après ses propres observations, Mattioli, cependant, en était venu à conclure que les corps poreux, tels que les os et les coquilles, pouvaient, comme étant perméables à ce qu'il appelait le *suc lapidifiant*, être transformés en pierre. D'un autre côté, Falloppio de Padoue imagina que les coquilles pétrifiées étaient produites par la fermentation, dans les lieux mêmes où on les trouve, et que dans certains cas, leurs formes résultaient des mouvements tumultueux des exhalaisons terrestres. Tout célèbre anatomiste qu'il était, il soutint que certaines défenses d'éléphants que, de son temps, on avait trouvées dans la Pouille, n'étaient autre chose que des concrétions terrestres. Suivant toujours ces mêmes principes, il alla jusqu'à considérer les vases du Monte Testaceo, à Rome, comme n'étant, très-probablement, que des impressions naturelles qui s'étaient formées dans le sein de la terre (404). Animé du même esprit, Mercati prétendit que les coquilles fossiles conservées par le pape Sixte V dans le musée du Vatican, et dont, en 1574, il avait publié des figures très-exactes, n'étaient tout simple-

(404) *De Fossilib.*, p 109 et 176.

ment que des pierres dont la configuration particulière devait être attribuée à l'influence des corps célestes. Quant à Olivier de Crémone, à qui est due la description des débris fossiles d'un riche musée de Vérone, il se borna à considérer ces corps comme de simples « jeux de la nature. »

Parmi les conceptions bizarres de ces temps, quelques-unes furent jugées moins déraisonnables que les autres, en cela qu'elles offraient des rapports avec la théorie de la génération spontanée d'Aristote, enseignée alors dans toutes les écoles (405). On conçoit, en effet, que des hommes imbus dès leur première jeunesse de l'idée que la plupart des plantes et des animaux vivants avaient été formés par le concours fortuit d'un certain nombre d'atomes, ou qu'ils avaient puisé la vie dans la matière organique corrompue, pouvaient facilement se persuader que les formes organiques, souvent mal conservées qui se rencontrent dans l'intérieur des roches, devaient leur existence à des causes également obscures et mystérieuses.

Ce siècle, toutefois, ne fut pas entièrement dépourvu d'auteurs professant des opinions plus rationnelles et plus graves que celles qui viennent d'être exposées. Un ouvrage de Cardan, publié en 1552, et dont le titre, *De subtilitate*, correspond à ce que de nos jours on appellerait philosophie transcendante, devait naturellement nous donner à penser qu'au chapitre des minéraux se trouveraient plusieurs théories subtiles, la subtilité étant le type caractéristique de presque toutes les doctrines d'alors. Néanmoins, quand l'auteur en vient à traiter des coquilles pétrifiées, il n'hésite pas à déclarer qu'elles indiquent d'une manière évidente l'ancien séjour de la mer sur les montagnes (406).

Cesalpino, botaniste célèbre, pensait que les coquilles fossiles avaient été abandonnées sur les continents lors de la retraite de la mer, et que leur pétrification s'était opérée durant la solidification du sol (407). L'année suivante, 1597, Simeone Majoli (408), dont les idées coïncidaient pour la plupart avec celles de Cesalpino, alla plus loin encore. Il prétendit qu'il n'y aurait rien d'impossible à ce que les coquilles et autres substances sous-marines du Véronais et de quelques autres districts, eussent été vomies sur la terre par des explosions volcaniques, telles que celles qui, en 1538, donnèrent naissance au Monte-Nuovo, près de Pouzzole. C'est cette supposition qui semble avoir servi de base aux théories de Hooke, de Lazzaro Moro, de Hutton et de plusieurs autres écrivains qui, plus tard, cherchèrent aussi à établir des rapports entre l'action des volcans et les gisements des coquilles fossiles.

Deux ans après, Imperati se déclara en faveur de l'origine animale de ces corps ; mais en admettant toutefois la possibilité de la végétation des pierres, phénomène qu'il expliquait par la force « d'un principe intérieur, » à l'appui duquel il citait les dents de poissons et les épines d'échinides que l'on avait trouvées à l'état de pétrification (409).

Palissy, écrivain français, publia divers ouvrages scientifiques. Il traita, entre autres, de « l'origine des sources attribuées à l'eau de pluie, » et entreprit, en 1580, de combattre les idées répandues en Italie par plusieurs de ses contemporains, au sujet des coquilles fossiles que ceux-ci supposaient avoir été, toutes sans exception, déposées par le déluge universel. *Il fut le premier*, dit Fontenelle un siècle et demi plus tard, en parlant de lui dans l'*Histoire de l'Académie des sciences, qui osa soutenir, à Paris, que les débris fossiles des testacés et des poissons avaient jadis appartenu à des animaux marins.*

Comme ce serait une tâche aussi inutile que fastidieuse d'énumérer la multitude d'écrivains italiens qui, vers le commencement du XVII^e^ siècle, avancèrent des hypothèses toutes plus fantastiques les unes que les autres, nous nous abstiendrons d'en parler ; nous ne ferons d'exception qu'en faveur de Fabio Colonna qui, seul, mérite d'être distingué de la foule ; car, bien qu'il s'abandonnât au dogme qui rapporte au déluge de Noé l'origine de tous les débris fossiles, il sut résister à l'absurde théorie de Stelluti, et ne pas admettre que le bois fossile et les ammonites n'étaient autre chose que de l'argile dont les formes avaient été déterminées par des eaux sulfureuses et par la chaleur souterraine du globe. Fabio Colonna indiqua les différents états des coquilles fossiles, établissant entre elles les distinctions suivantes : savoir, 1° la simple empreinte ; 2° le moule, et 3° les débris de la coquille elle-même. C'est à lui aussi que revient le mérite d'avoir, le premier, démontré que parmi les fossiles, tous n'ont pas appartenu à des testacés marins, et que quelques-uns proviennent de testacés terrestres (410).

De tous les ouvrages publiés à cette époque, le plus remarquable fut celui de Sténon, savant Danois, qui, après avoir professé quelque temps l'anatomie à Padoue, alla à la cour du grand duc de Toscane, où il résida plusieurs années. Son traité porte le titre pompeux de *De solido intra solidum naturaliter contento* (1669), titre qui, pour bien rendre l'intention de l'auteur, peut se traduire ainsi : *Sur les pierres précieuses, les cristaux et les pétrifications organiques renfermés dans les roches solides.* Cet ouvrage atteste la priorité de l'école italienne dans les recherches géologiques, et signale en même temps les obstacles puissants qui, dans ce siècle, furent opposés à l'admission générale des idées propres à favoriser les progrès de la science. Tous ceux qui ne pouvaient se résigner à croire qu'avant la formation d'une grande partie des montagnes qui recouvrent

(405) Aristote, *Traité des animaux*, chap. 1 et 15.
(406) Brocchi, *Con. foss. subap., Disc, sui progressi*, vol. I^er^, p. 57.
(407) *De metallicis.*
(408) *Dies caniculares.*
(409) *Storia naturale.*
(410) *Osserv. sugli animali aquat. e terrest.*; 1626.

globe, la terre pût avoir été habitée par des êtres vivants, maintenaient l'opinion que les coquilles fossiles et les autres corps marins n'étaient pas d'origine animale. Ce fut à l'occasion de cette controverse que Sténon, ayant disséqué un requin qu'on venait de prendre dans la Méditerranée, prouva que ses dents et ses os étaient identiques avec ceux de plusieurs fossiles trouvés en Toscane. Il compara aussi les coquilles qui avaient été découvertes dans les couches d'Italie aux espèces analogues vivantes, signala leur ressemblance, et indiqua les nuances diverses qui distinguaient des coquilles simplement calcinées, ou qui n'avaient perdu que leur gluten animal, de celles dans lesquelles s'était opérée une substitution complète de matière pierreuse. Dans sa division des masses minérales, il insista beaucoup sur l'origine secondaire des dépôts qui renferment des dépouilles d'animaux ou des fragments de roches anciennes. Il établit une distinction entre les formations d'origine marine et les formations d'origine fluviale, indiquant, comme moyen de reconnaître ces dernières, les graines, les herbes, ou même les troncs et les branches d'arbres que souvent elles renferment. Il se prononça aussi en faveur de l'horizontalité primitive des dépôts sédimentaires, dont il attribuait la position actuellement inclinée ou verticale, tantôt à quelque dégagement de vapeurs souterraines capable de soulever de bas en haut la croûte de la terre, et tantôt à l'affaissement de certaines masses solides reposant sur des cavités souterraines.

Sténon prétendit être à même de prouver que la Toscane devait avoir eu successivement six configurations distinctes, ayant été deux fois couverte entièrement par l'eau, mise à sec deux fois, avec un niveau uniforme, et deux fois enfin avec une surface inégale et irrégulière (411). Il fit tous ses efforts pour concilier avec l'Ecriture sainte ses nouvelles idées, et ce fut dans ce but qu'il signala certaines roches comme ayant été formées avant l'existence de toute espèce d'animaux et de plantes. Malheureusement il choisit pour exemple de ces roches certaines formations calcaires et de grès de son propre pays, lesquelles renfermant, ainsi qu'on l'a reconnu depuis, quelques débris d'animaux et de plantes, ne peuvent pas même être rangées parmi les couches les plus anciennes des séries secondaires. Sténon chercha à faire entendre que Moïse, en disant que les eaux du déluge avaient couvert le sommet des montagnes les plus élevées, n'entendait parler que des plus hautes collines existantes alors, lesquelles ne pouvaient avoir une élévation bien grande. D'après sa supposition, les eaux diluviennes provenaient de l'intérieur de la terre où elles s'étaient réfugiées, lorsque, originairement, la séparation de la terre et de la mer s'était opérée. De telles hypothèses n'étaient certes pas faites pour ajouter au mérite du traité de Sténon; loin de là, au contraire, elles ne pouvaient que diminuer l'autorité de celles de ses opinions qui étaient basées sur des déductions justes et rigoureuses des faits et de l'observation. Dans ces derniers temps, néanmoins, elles ont servi de germe à diverses théories populaires; revêtues de longs développements, elles ont été reproduites et présentées comme des idées nouvelles par plusieurs de nos contemporains.

Scilla, peintre sicilien, publia, en 1670, un traité latin sur les fossiles de la Calabre, accompagné de très-bonnes gravures. Cet ouvrage offre la preuve de l'influence prolongée que conservent d'ordinaire les dogmes souvent réfutés; car c'est surtout contre l'incrédulité obstinée des naturalistes, à l'égard de la nature organique des coquilles fossiles, que l'auteur dirige les plus habiles ressources de son esprit et de son éloquence (412). De même que plusieurs naturalistes célèbres de son temps, Scilla s'abandonna à la croyance populaire que toutes les coquilles fossiles étaient en même temps les effets et les preuves du déluge biblique. En professant cette opinion, était-il entièrement de bonne foi? Il est permis d'en douter. Quant à plusieurs de ses contemporains qui suivirent la même voie que lui, bien que leur manque de sincérité fût complétement avéré, ils mirent tant d'empressement à déraciner les idées généralement admises à l'égard de la nature des fossiles organisés, qu'on les aurait crus volontiers disposés à faire toutes les concessions possibles pour fixer invariablement l'opinion sur ce point. Ces transactions étaient peu éclairées; il ne servait pour ainsi dire à rien que la nature des documents fût enfin bien comprise, si les hommes n'avaient pas la liberté d'en tirer des conséquences exactes.

Les théologiens italiens, allemands, français et anglais, qui, à cette époque, entrèrent dans la lice, étaient en si grand nombre, qu'il serait trop long d'en faire l'énumération; quant à ceux qui refusèrent d'adopter l'opinion que tous les débris organiques marins étaient autant de preuves du déluge biblique, ils furent, dès ce moment, exposés à l'accusation de ne rien croire des saintes Écritures.

Plus d'un siècle s'était écoulé depuis Fracastoro; et à peine pendant ce temps tout employé à propager la croyance que les fossiles organisés n'étaient que de simples jeux de la nature, de faibles efforts avaient-ils été faits pour se rapprocher d'une saine théorie. Une nouvelle période d'un siècle et demi fut ensuite perdue à consacrer l'hypo-

(411) *Sex itaque distinctas Etruriæ facies agnoscimus aum bis fluida, bis plana et sicca, bis asperafuerit*, etc.

(412) Scilla cite la remarque de Cicéron à l'occasion d'une certaine pierre trouvée dans l'île de Chio, laquelle, suivant la tradition, ayant été séparée en deux parties, présenta la tête de Paniscus en relief. — *Je veux bien croire*, dit l'orateur, *que cette figure pouvait avoir quelque ressemblance avec Paniscus; mais je n'admettrai jamais que cette ressemblance fût telle qu'on pût attribuer au ciseau de Scopas la tête en question; car le hasard n'imite jamais parfaitement la vérité.*

thèse mise en avant par ceux qui prétendaient que l'enfouissement de tous les corps organisés dans les couches solides était l'œuvre du déluge de Noé. Jamais, dans aucune branche de la science, illusion théorique ne se mêla plus sérieusement à l'observation exacte et à la classification systématique des faits. Les progrès rapides de la géologie, dans ces derniers temps, doivent être particulièrement attribués à la détermination précise de l'ordre de succession des masses minérales, établie à l'aide de la régularité de leur superposition et de la nature des différents corps organiques qu'elles renferment. Toutefois, loin de vouloir reconnaître la moindre distinction dans l'ensemble des couches, les vieux partisans de la théorie diluvienne étaient portés, au contraire, d'après leur système, à confondre les divers groupes de strates, à rapporter tous les phénomènes à une cause unique, et à une seule époque, de très-courte durée, plutôt que de les attribuer à un certain nombre de causes dont l'action se serait continuée pendant une longue suite de périodes. Ils ne voyaient les phénomènes que comme ils voulaient les voir, tantôt défigurant les faits, et tantôt déduisant de données correctes de fausses conséquences. De nos jours, par bonheur, les choses ont changé de face ; le vaisseau confié à notre direction n'ayant plus besoin, pour avancer, de lutter contre un courant contraire, un très-petit nombre d'années suffirait, à présent, pour faire faire autant de progrès à la science que, sous l'influence des préjugés que nous venons de signaler, elle en fit, dans l'espace de trois siècles.

En suivant l'histoire de la géologie, le lecteur doit s'attendre à voir, depuis la fin du XVII^e^ siècle jusqu'à la fin du XVIII^e^, la science marcher aussi souvent en sens rétrograde qu'en sens progressif. Dans cette revue, il devra s'appliquer à remarquer les retours fréquents à des erreurs plusieurs fois combattues, et l'abandon de certaines opinions aussi judicieuses que saines pour des idées de la dernière absurdité. Souvent aussi il aura à s'arrêter soit sur une argumentation futile, soit sur une hypothèse chimérique, non à raison de l'intérêt que de tels sujets offriront par eux-mêmes, mais à cause que plusieurs des systèmes les plus extravagants ont été imaginés ou contestés par des hommes d'un talent reconnu. En un mot, l'esquisse des progrès de la géologie n'est autre chose que l'histoire d'une lutte perpétuelle et violente entre des opinions nouvelles et des doctrines anciennes, qui, sanctionnées par la foi implicite de plusieurs générations, sont censées reposer sur l'autorité des saintes Écritures. Quoique offrant le plus grand intérêt pour quiconque se livre à l'étude de la philosophie de l'esprit humain, cet examen, toutefois, ne saurait suffire à celui qui, dans l'étude des sciences physiques, aspire à trouver des vérités.

En 1676 (413), Quirini soutint, contrairement à l'opinion de Scilla, que les eaux du déluge ne pouvaient avoir transporté des corps pesants sur le sommet des montagnes, l'agitation de la mer ne s'étant jamais (ainsi que Boyle l'avait démontré), étendue à de grandes profondeurs (414) ; il nia, de plus, que les testacés eussent pu vivre, comme quelques-uns le prétendaient, dans ces eaux diluviennes ; car, outre, disait-il, que « l'inondation fut de courte durée, les *grandes* pluies anéantirent la salure de la mer. » Quirini fut le premier écrivain qui se hasarda à soutenir une opinion contraire à celle qui faisait du déluge de Noé un cataclysme universel. Quant à la nature des coquilles pétrifiées, il pensait que, puisque des molécules solides se réunissaient dans la mer pour former les coquilles des mollusques, le même mode de cristallisation pouvait tout aussi bien se produire sur la terre. Pour expliquer ce dernier cas, il supposait que les germes des animaux avaient pu être disséminés dans la substance dont sont formées les roches, puis développés par l'humidité. Toute chimérique qu'elle était, cette doctrine, par cela seul qu'elle refusait d'admettre l'explication, donnée par la théorie diluvienne, de la position des corps fossiles, ne laissa pas d'avoir de nombreux partisans, même parmi les raisonneurs les plus graves de l'Italie et de l'Allemagne.

A cette époque, la doctrine par suite de laquelle les coquilles fossiles étaient considérées comme n'ayant jamais appartenu à de véritables animaux, se soutenait encore en Angleterre, où cette question ne commença que beaucoup plus tard à être agitée. Le docteur Plot, dans son *Histoire naturelle de l'Oxfordshire* (1677), attribua l'origine des coquilles et des poissons fossiles à une *vertu plastique latente, propre à la terre*. En 1678, Lister ajouta, sous la dénomination de *pierres turbinées et bivalves*, les espèces fossiles aux coquilles de la Grande-Bretagne, sur lesquelles il avait fait précédemment un travail d'une exactitude remarquable. « Que ces pierres, dit-il, soient ou ne soient pas d'origine terrestre, les animaux qu'elles représentent si fidèlement n'en sont pas moins des *animaux perdus*. » Cet auteur paraît avoir été le premier à signaler la longue continuité des principaux groupes de strates que renferment les séries britanniques, et à pro-

(413) *De testaceis fossilibus Mus. Septaliani.*

(414) Les opinions de Boyle, auxquelles Quirini fait allusion ici, avaient été publiées quelques années auparavant dans un petit article intitulé *Sur le fond de la mer*. D'après des renseignements obtenus des pêcheurs de perles, Boyle conclut que lorsque les vagues sont à six ou sept pieds de hauteur au-dessus de l'eau, on n'aperçoit pas le moindre signe d'agitation à quinze brasses de profondeur ; et que, même par un vent fort, le mouvement de l'eau diminue prodigieusement à la profondeur de douze à quinze pieds. Ce fut aussi à la même source que Boyle puisa ses informations au sujet de l'existence des courants, qui, à des profondeurs diverses, suivent des directions opposées. (*Œuvres de Boyle*, vol. III, p. 110 ; Londres, 1744.)

poser la construction de cartes géologiques régulières (415).

Ce fut en 1680 que Leibnitz, célèbre mathématicien allemand, publia, sous le titre de *Protogæa*, sa théorie de la formation de la terre. Il pensait que le globe, à l'origine, avait été une masse lumineuse brûlante qui, depuis sa création, s'était constamment refroidie ; que lorsque la croûte extérieure de ce globe eut perdu suffisamment de sa chaleur, pour que la condensation des vapeurs pût avoir lieu, ces vapeurs avaient formé, en tombant, un océan immense, lequel avait couvert le sommet des plus hautes montagnes, et entouré la terre de toutes parts. Il supposait aussi qu'en passant de l'état de fusion à l'état solide, la croûte avait dû prendre une structure vésiculeuse et caverneuse, et que les déchirures qui s'y étaient faites en plusieurs endroits, ayant permis à l'eau de se précipiter dans les cavités souterraines, il s'en était suivi l'abaissement du niveau de l'océan primitif. C'est à la rupture de ces vastes cavernes qu'ont été attribués la dislocation et le dérangement des couches, dont Sténon avait fait mention, ainsi que les mouvements violents qu'éprouvèrent les eaux supérieures, et les inondations considérables qui résultèrent de ces grands mouvements. Après avoir été ainsi agitées, les eaux, dans les intervalles de tranquillité qui suivirent, déposèrent les matières sédimentaires qu'elles tenaient en dissolution, et ce furent ces dépôts qui constituèrent les diverses couches de pierre et de terre qui forment l'écorce du globe. « On peut donc, dit Leibnitz, attribuer aux masses primitives une double origine ; l'une, due au refroidissement des matières en fusion ; et l'autre à la concrétion résultant d'une solution aqueuse (416). La répétition de ces causes (la rupture de la croûte et les inondations qui s'ensuivaient) donna lieu à la formation de nouvelles couches, lesquelles se succédèrent jusqu'à ce que les causes en question eussent été réduites à une condition d'équilibre tranquille, et qu'un état de choses plus durable eût été établi (417). »

Les *Œuvres posthumes de Robert Hooke*, aussi avantageusement connu comme mathématicien que comme physicien, parurent en 1705. Elles renferment un *discours sur les tremblements de terre*, qui, d'après les renseignements fournis par l'éditeur, fut écrit originairement en 1668, mais revu plusieurs fois ensuite (418). Hooke est souvent d'accord avec les meilleurs auteurs italiens et anglais qui s'occupèrent de géologie avant lui ; mais rien dans ses ouvrages ne prouve qu'il ait partagé les idées hardies de Sténon et de Lister, ou de Woodward, son contemporain, relativement à l'étendue géographique de certains groupes de couches. Son traité, toutefois, est, à l'égard des causes des changements anciens qui eurent lieu dans les règnes organiques et inorganiques de la nature, l'œuvre la plus philosophique de ce siècle.

Quelque trivial, dit-il, *que puisse paraître à certaines personnes un objet tel qu'une coquille pourrie, de pareils monuments de la nature n'en présentent pas moins des témoignages d'antiquité plus authentiques que des pièces de monnaies ou des médailles ; celles-ci pouvant très-bien, de même que les livres, les manuscrits et les inscriptions, être imitées par l'art et le dessin, ainsi que tous les savants tiennent aujourd'hui pour certain que cela s'est souvent pratiqué. D'un autre côté, il faut bien convenir que la lecture des archives de la nature et les travaux nécessaires pour parvenir à en extraire une chronologie, et à établir la durée des périodes pendant lesquelles tels changements et telles catastrophes se sont accomplis, forment une tâche qui, bien qu'elle ne soit pas impossible, est du moins très-difficile* (419).

Quant à l'extinction des espèces, Hooke savait fort bien que les nautiles et les ammonites fossiles, ainsi que plusieurs autres coquilles et squelettes fossiles trouvés en Angleterre, appartenaient à des espèces différentes de celles qui étaient alors connues ; mais il mettait en doute que ces premières fussent éteintes, sachant combien, à l'égard de toutes les espèces marines, de celles surtout qui habitent les mers profondes, les connaissances des naturalistes étaient bornées. Cependant, dans quelques parties de ses ouvrages, il semble porté à adopter l'opinion que plusieurs espèces avaient été perdues ; et se livrant à quelques considérations sur ce sujet, il va jusqu'à laisser entendre qu'il pourrait y avoir des rapports entre la disparition de certaines espèces d'animaux et de plantes, et les changements produits par les tremblements de terre qui se sont manifestés dans les temps anciens. *Quelques espèces*, observe-t-il avec la plus grande sagacité, *sont particulières à certains lieux, et ne se rencontrent pas ailleurs. Si donc tel ou tel lieu a été englouti, il est assez probable que les êtres animés qui y vivaient, en comptant même des animaux aériens et aquatiques, ont tous été détruits en même temps ; car les corps animés, soit végétaux, soit ani-*

(415) *Voyez* l'excellente introduction de M. Conybeare, à l'ouvrage intitulé : *Outlines of the geology of England and Wales* (*Esquisses de la géologie de l'Angleterre et du pays de Galles*), page 12.

(416) *Unde jam duplex origo intelligitur primorum corporum, una, cum ab ignis, fusione refrigescerent, altera, cum reconcrescerent ex solutione aquarum.*

(417) *Redeunte mox simili causa strata subinde alia aliis imponerentur, et facies teneri adhuc urbis sæpius novata est. Donec quiescentibus causis, atque æquilibratis, consiscentior emergeret rerum status.* — Le rapport fait en 1832 par M. Conybeare, à l'association britannique sur les progrès de la géologie, renferme une excellente analyse des principes de Leibnitz, exposés dans son *Protogæa*.

(418) Dans l'intervalle de 1688 à 1703, époque de sa mort, il lut à la Société royale divers Mémoires, et prononça plusieurs discours sur des sujets relatifs aux fossiles et aux effets produits par les tremblements de terre.

(419) *Œuvres posthumes*, lecture du 29 février 1688.

maux, à la nourriture et à l'existence desquels l'air est nécessaire, ne peuvent manquer d'être détruits par l'eau, etc. (420). Il ajoute ensuite que les tortues et toutes les grandes ammonites que l'on trouve dans l'île de Portland, semblent avoir été engendrées dans des pays beaucoup plus chauds; et il en conclut que jadis l'Angleterre a dû séjourner sous les eaux des mers intertropicales! Pour expliquer ce phénomène, ainsi que plusieurs autres du même genre, Hooke s'abandonne à diverses spéculations sur la possibilité de certains changements dans la position de l'axe de rotation de la terre, changements qu'il attribue à *un déplacement du centre de gravité, analogue aux révolutions du pôle magnétique*, etc. Toutefois, loin d'être proposées comme dogmes, toutes ces diverses conjectures n'ont, pour ainsi dire, été mises en avant que dans l'espoir de provoquer de nouvelles recherches et de nouvelles expériences.

Hooke ne craignit pas de se mettre en opposition avec les préjugés de son siècle, en combattant l'étrange idée que la nature n'avait formé des corps fossiles *que dans la vue de produire une imitation du règne minéral*. Il soutint que les pierres figurées étaient, *en réalité, les corps divers eux-mêmes qu'elles représentaient, ou les moules pétrifiés de ces corps*, et non, comme quelquesuns l'avaient imaginé, un *lusus naturæ* consistant dans la formation inutile d'êtres sansbut (421).

Lorsqu'on objectait à Hooke que sa doctrine de l'extinction des espèces faisait injure à la sagesse et à la puissance du souverain Créateur de toutes choses, il répondait que de même qu'il y a des bornes à la vie des individus, de même aussi il peut y avoir une certaine limite à la durée des espèces; que, du reste, ses opinions n'avaient rien de contraire aux saintes Ecritures, puisque dans la Bible il est dit que notre système est en voie de dégénération, et tend à sa dissolution finale; qu'enfin, comme toutes les espèces seraient détruites quand cette catastrophe aurait lieu, il ne lui semblait pas qu'il fût moins d'accord avec la Sagesse divine qu'elles s'éteignissant successivement, c'est-à-dire les unes dans un temps, et les autres dans un autre, que de s'éteindre toutes dans un même moment (422).

Le but principal de Hooke était d'expliquer comment les coquilles avaient été transportées sur les points les plus élevés *des Alpes, des Apennins, des Pyrénées et dans l'intérieur des continents en général*. Ces circonstances, dit-il, et plusieurs autres encore, peuvent avoir été occasionnées par des tremblements de terre, *phénomènes qui souvent ont transformé des plaines en montagnes, des montagnes en plaines, des mers en continents et des continents en mers; qui ont donné naissance à des rivières là où il n'en existait pas, en ont englouti d'autres qui depuis longtemps subsistaient, etc., etc., et qui, depuis la création du monde, ont, en un mot, apporté les plus grands changements à la surface de la terre, et placé les coquilles, les ossements, les plantes, les poissons et les autres corps organisés, fossiles, dans les lieux où, à notre très-grande surprise, nous les trouvons aujourd'hui* (423). Quoique cette doctrine eût été exposée en termes presque aussi explicites par Strabon, qui s'en était servi pour rendre compte de la présence des coquilles fossiles dans l'intérieur des continents, et quoique Hooke ait souvent emprunté le secours de ce géographe et d'autres auteurs anciens, on ne peut disconvenir, toutefois, que le rétablissement de ce système et les développements qu'il lui donna, n'aient beaucoup contribué aux progrès de la science moderne.

Hooke fit l'énumération de toutes les convulsions souterraines qui, à sa connaissance, avaient pris place dans les annales de la nature depuis *la terrible catastrophe de Sodome et de Gomorrhe*, jusqu'au tremblement de terre du Chili de 1646. Selon lui, le soulèvement du fond des mers, ainsi que l'abaissement et la submersion des continents, pouvaient, de même que la plupart des inégalités de la surface du globe, s'expliquer par l'action de ces causes souterraines. A l'appui de cette supposition, il cite le soulèvement de la côte voisine de Naples, *qui eut lieu durant l'éruption du Monte-Nuovo ;* et celui du sol de l'île Saint-Michel qu'occasionna, en 1591, une autre éruption. Il ne fait aucun doute (quoique, dit-il, la chose soit bien plus difficile à prouver), qu'il n'y ait eu autant de tremblements de terre dans les divers points du globe situés sous l'Océan, que dans les parties continentales; alléguant, pour confirmer cette opinion, l'incommensurable profondeur de la mer dans le voisinage de certains volcans. En témoignage de l'espace qu'embrassent quelquefois les mouvements souterrains simultanés, il

(420) *Œuvres posth.*, p. 327.

(421) *Œuvres posth.*, lecture du 15 février 1688. Hooke a expliqué avec une clarté admirable les divers modes suivant lesquels les substances organiques peuvent se lapidifier. Il cite entre autres, à l'appui de son raisonnement, les fragments de bois de palmier silicifiés qui avaient été rapportés d'Afrique, et au sujet desquels M. de La Hire avait lu, en juin 1692, un Mémoire à l'Académie royale de France. Dans ce Mémoire étaient signalés, non-seulement les tubes qui parcouraient le tronc dans toute sa longueur, mais encore les racines qui se trouvaient à l'une de ses extrémités. De La Hire, dit Hooke, traita aussi de certains arbres qui avaient été pétrifiés dans « la rivière qui arrose Bahan, ville située dans le royaume d'*Ava*. Cette rivière offre, sur une étendue de dix lieues, la propriété remarquable de pétrifier le bois. » Au point où la science est parvenue aujourd'hui, les découvertes importantes d'animaux et de végétaux fossiles, qui ont été faites récemment par M. Crawford et le docteur Wallich, près de l'Irraouadi, ne présentent rien d'extraordinaire; mais ce qui l'est beaucoup plus, c'est l'attention que, depuis plus d'un siècle déjà, le bois silicifié de ce fleuve a attirée de la part des observateurs. — Voyez *Géol. trans.*, vol. II, part. III, p. 377, seconde série. De La Hire cite le P. Duchatz, dans le second vol. des *Observations faites dans les Indes, par les Jésuites*.

(422) *Œuvres posth.*, lecture du 29 mai 1689.

(423) *Œuvres posth.*, p. 312.

mentionne le tremblement de terre qui se fit sentir en 1690 dans les Indes occidentales, et qui, par ses secousses, souleva ou *repoussa de bas en haut* une étendue de terrain plus considérable en longueur que les Alpes et les Pyrénées.

Hooke, ayant déclaré que l'hypothèse favorite de son temps, celle qui attribuait au déluge de Noé l'origine des corps fossiles marins, était une hypothèse absolument insoutenable, se crut, en quelque sorte, obligé de substituer une autre théorie diluvienne à celle qu'il repoussait. Mais cette nouvelle théorie dont il était l'auteur, le jeta dans des difficultés et des contradictions sans nombre. « Il se pourrait, dit-il, que durant la grande catastrophe, les parties continentales eussent, par suite d'un affaissement, été transformées en mer; et que, par l'effet d'un soulèvement, les mers se fussent trouvées changées en continents; *de même aussi*, ajoute-t-il, *il serait fort possible que, durant l'intervalle compris entre la création et le déluge, des corps marins eussent été ensevelis sous l'océan, dans des sédiments* (424).» Après cet énoncé, vient une dissertation sur la séparation de la terre et des eaux mentionnée dans la *Genèse*, — opération durant laquelle il est dit que certaines parties de l'écorce terrestre furent repoussées en dehors et d'autres en dedans, etc. La théorie diluvienne de Hooke ressemblait beaucoup à celle de Sténon, et était entièrement opposée aux principes fondamentaux qu'il professait, ainsi qu'à la prétention qu'il avait d'expliquer les révolutions anciennes du globe *d'une manière plus naturelle* qu'on ne l'avait fait encore. Aussi, lorsqu'en dépit de ce dont il s'était vanté à ce sujet, il se vit obligé de recourir à une ancienne *crise de la nature* et qu'il se mit à vouloir prouver, non-seulement que les tremblements de terre étaient devenus moins intenses, mais qu'en outre, les Alpes, les Andes et diverses autres chaînes avaient été soulevées dans l'espace de quelques mois, il fut forcé d'admettre une si grande rapidité dans les changements auxquels il faisait allusion, que son système ne parut guère moins extravagant qu'aucun des plus bizarres de tous ceux qu'avaient enfantés ses prédécesseurs. C'est à cela, sans doute, qu'il faut attribuer l'indifférence non méritée avec laquelle fut accueillie sa théorie des tremblements de terre.

Ray, naturaliste célèbre et contemporain de Hooke, eut aussi le désir d'expliquer les phénomènes géogéniques par des causes moins hypothétiques que celles auxquelles jusqu'alors on avait eu recours (425). Son *Essai sur le chaos et la création* renferme un système qui, dans son ensemble aussi bien que dans plusieurs de ses détails, s'accorde avec celui de Hooke, dont il ne diffère que sous le rapport de la lucidité avec laquelle les connaissances de Ray en histoire naturelle et diverses observations originales le mirent à même d'en faire l'exposition. Il donna à entendre que les tremblements de terre pourraient fort bien avoir été les causes secondaires employées lors de la création, à produire la séparation de la terre et des eaux, et à opérer la réunion des eaux en un seul et même lieu. Comme Hooke, il cite le tremblement de terre de 1646, qui, sur une étendue de plusieurs centaines de lieues, avait ébranlé violemment la chaîne des Andes et y avait occasionné beaucoup d'altérations. Ray aima mieux admettre, comme cause du déluge, un changement dans le centre de gravité de notre planète, que de faire intervenir les tremblement sde terredans cet événement. Ces mots : *la rupturedes sources du grand abîme*, lui semblaient indiquer que quelque cause inconnue pouvait avoir fait jaillir à l'extérieur les eaux souterraines.

Parmi les écrivains anglais, Ray fut un des premiers qui s'étendirent sur les effets de l'eau courante à la surface du globe, et de l'empiètement de la mer sur les rivages. L'action de ces causes lui semblait tellement importante, qu'il les considérait comme une indication de la tendance de notre système vers sa destruction finale; et il s'étonnait de ce que, vu l'immense quantité de matières entraînées par les rivières, ou arrachées par la mer aux falaises, la terre ne marchât pas plus rapidement vers un état de submersion générale sous les eaux de l'océan. Les écrits de Ray nous font voir que la détérioration graduelle de notre système, et sa destruction future par le feu, constituaient un article de foi tout aussi rigoureux que l'était à leurs yeux l'origine récente de notre planète. Ses discours, comme ceux de Hooke, sont d'un très-grand intérêt, sous ce rapport surtout, qu'ils attestent le mélange d'idées relatives tout à la fois à la physique et à la théologie, qui régnaient dans l'esprit des philosophes contemporains de Newton. En renonçant à son avancement dans l'Eglise, plutôt que de prêter contre les presbytériens un serment qu'aurait désapprouvé sa conscience, Ray donna une preuve non équivoque de la droiture de ses principes. D'un autre côté, comme sa réputation dans le monde savant le plaçait trop haut pour que le désir de se rendre populaire pût l'engager à s'asservir au goût physico-théologique de son siècle, on est tout étonné de rencontrer dans ses essais sur la physique un si grand nombre de citations des Pères de l'Eglise et des prophètes; de le voir cherchant, dans une page, à expliquer les anciennes révolutions du globe, à l'aide des plus strictes règles de l'induction; et traitant gravement, dans la page suivante, la question de savoir si le soleil, les étoiles et le ciel tout entier participeront à l'anéantissement de la terre, quand

(424) *Œuvres posth.*, p. 410.

(425) Les discours physico-théologiques de Ray parurent peu à près le grand ouvrage d'Hooke sur les tremblements de terre. Ray parle de Hooke comme d'un homme « qu'il honorait tout particulièrement pour son savoir et les connaissances profondes qu'il possédait à l'égard des mystères de la nature.» — *On the Deluge*, chap. IV.

viendra le moment de la grande conflagration.

Parmi les contemporains de Hooke et de Ray, Woodward, professeur de médecine, fut celui dont les connaissances sur la structure de l'écorce terrestre acquirent le plus d'extension. Il se livra avec un soin tout particulier à l'examen de plusieurs parties des couches britanniques; et la collection méthodique d'échantillons qu'il légua à l'Université de Cambridge, où elle existe encore dans l'ordre où il l'arrangea lui-même, montre le pas immense qu'il fit faire à la science, quant à la manière de déterminer l'ordre de la superposition des strates. D'après le grand nombre de faits recueillis par Woodward, il était permis d'attendre de sa part des idées théoriques plus vastes et plus rationnelles que celles de ses contemporains; mais son désir extrême de faire concorder tous les phénomènes observés avec les récits sacrés de la création et du déluge, l'empêcha de répondre à ce qu'on était en droit d'espérer de lui, et le conduisit aux résultats les plus erronés. Il pensait qu'au temps du déluge, *tout le globe terrestre avait été en quelque sorte broyé et dissous, et que les couches qui s'étaient formées ensuite provenaient de cette masse confuse d'où elles s'étaient dégagées à la manière dont un sédiment terreux quelconque, tenu en dissolution dans un liquide, se sépare de ce liquide* (426). A l'appui de cette opinion, il alléguait que *les corps marins occupent dans les couches terrestres des positions analogues à leur degré de pesanteur; c'est-à-dire, que les coquilles les plus lourdes se trouvent dans la pierre, les plus légères dans la craie, et ainsi de suite* (427).

Aussitôt que cette proposition fut émise, Ray s'empressa d'en démontrer la fausseté, en prouvant que souvent des corps fossiles, tant lourds que légers, *se rencontrent ensemble dans la même couche*. Il alla même jusqu'à dire, chose bien forte de la part d'un contemporain, que Woodward *avait probablement inventé les phénomènes dont il parlait, tout exprès pour étayer son hypothèse hardie et bizarre* (428).

Ce fut vers le même temps que Burnet publia sa *Théorie de la terre* (429), dont le titre : *Théorie sacrée de la terre, contenant le récit de l'origine du globe, et de tous les changements généraux qu'il a déjà subis, ou doit subir encore jusqu'à la consommation de toutes choses*, offre une empreinte exacte du caractère de l'époque. C'est tout au plus si Milton lui-même, en peignant dans son poëme les scènes de la création, du déluge, du paradis et du chaos, avait osé donner un aussi libre essor à son imagination. Burnet expliqua pourquoi la terre primitive jouit avant le déluge d'un printemps perpétuel. Il démontra comment la croûte du globe, à force d'avoir été sillonnée de fissures par « les rayons du soleil, » finit par éclater; et comment, par suite de cette rupture, les eaux diluviennes parvinrent à s'échapper de l'abîme central supposé qui les renfermait. Burnet était en trop bonne voie d'explication pour s'en tenir là; aussi, non content d'avoir interprété le passé, il voulut encore prédire l'avenir. A cet effet, il exhuma des livres des auteurs sacrés, et même de plusieurs autorités païennes, certaines notions prophétiques relatives aux révolutions futures du globe; fit la plus terrible peinture de la conflagration générale, et prouva qu'un nouveau ciel et une nouvelle terre sortiraient d'un *second chaos*, après quoi viendrait le bienheureux millénaire.

Il est, je pense, nécessaire d'avertir le lecteur que suivant l'opinion de plusieurs écrivains recommandables de ce siècle, le texte de l'Ecriture sainte donnait tout lieu de présumer que le jardin où, lors de la création, furent placés nos premiers parents, n'était pas situé sur la terre, mais au-dessus des nuages, dans la région moyenne de l'espace qui sépare la lune de notre planète. Burnet aborda ce sujet avec une gravité vraiment comique. Il accordait volontiers que le paradis n'eût jamais été situé en Mésopotamie, mais il n'admettait pas qu'il eût été placé ailleurs que sur la terre, et voulait que ce fût dans l'hémisphère sud, et près de l'équateur. Butler s'empara de cette conception bizarre, et en fit un des plus puissants épisodes de sa satire, dans laquelle, passant en revue les nombreuses connaissances d'Hudibras, il dit :

> He knew the seat of Paradise,
> Could tell in what degree it lies;
> And, as he was disposed, could prove it
> Below the moon, or else above it (430).

Cependant le même monarque, qui passe pour ne s'être jamais endormi sans avoir le poëme de Butler sous son oreiller, s'était déclaré le patron du livre de Burnet, pour lequel il avait une prédilection si grande, qu'il en ordonna la traduction du latin en anglais. Outre que, sous le rapport du style, la *Théorie sacrée* pût être considérée comme une œuvre éloquente, l'ouvrage, quant au fond, annonçait une puissance d'imagination vraiment peu ordinaire. C'était, comme l'a dit Buffon, un très-beau roman historique. Mais ce jugement, tout équitable qu'il est, ne s'accorde guère avec celui qu'on en portait du temps de l'auteur. A cette époque, on le regardait comme un ouvrage scientifique profond, dont Steele parlait avec admiration dans le *Spectateur* en même temps qu'Addison en faisait le plus pompeux éloge dans

(426) *Essay towards a natural history of the earth*, 1695, Préface. (*Essai sur l'Histoire naturelle de la terre*, Préface.)

(427) *Essay towards a natural history of the earth*, 1695, Préface.

(428) *Consequences of the Deluge* (*Conséquences du Déluge*), p. 165.

(429) La première publication de cet ouvrage, qui fut faite en latin, date de 1680-1690.

(430) Il connaissait la longitude,
Aussi bien que la latitude
Du paradis, et le plaçait,
Selon l'humeur dont il était,
Dessous, ou par-dessus la lune.
(*Hudibras*, de BUTLER, chant I.)

une ode latine. Vers la fin même du siècle dernier, Warton, dans son *Essai sur Pope*, ne craignit pas d'avancer que Burnet joignait à une grande puissance d'imagination le don précieux du *jugement*.

Une autre production de la même école, et qui se trouve également empreinte du caractère de l'époque, est la *Nouvelle Théorie de la Terre*, par Whiston. Dans cet ouvrage, l'auteur a cherché à prouver, ainsi que l'indique le titre très-détaillé de son livre, que les grands événements de la création du monde en six jours, du déluge universel et de la destruction générale par le feu, tels qu'ils sont décrits dans les saintes Ecritures, sont parfaitement d'accord avec la raison et la philosophie. Whiston fut d'abord partisan de Burnet; mais sa croyance à l'infaillibilité de cet écrivain se trouva fortement ébranlée par l'opinion émise par Newton, savoir, qu'en astronomie tout portait à révoquer en doute que l'inclinaison de l'axe de la terre eût jamais éprouvé le moindre changement. Or, ce changement constituait un des principaux dogmes du système de Burnet, qui l'avait emprunté d'un Italien nommé Alessandro degli Alessandri. Celui-ci s'en était servi vers le commencement du XV^e^ siècle, pour expliquer l'ancienne occupation des continents actuels par la mer. Depuis, les arguments de La Place sont encore venus s'ajouter à ceux de Newton, contre la probabilité d'aucune révolution ancienne de ce genre.

Le souvenir de la fameuse comète de 1680 était encore présent à tous les esprits, quand Whiston commença à se livrer à ses études cosmologiques. La principale nouveauté de son système consistait dans la cause qu'il assignait au déluge, lequel, selon lui, devait être attribué au passage d'une comète dans le voisinage très-rapproché du globe terrestre. Après avoir ainsi déterminé la cause de l'augmentation des eaux à la surface de la terre, il adopta l'hypothèse de Woodward, et soutint comme lui, que tous les dépôts stratifiés étaient le résultat du « sédiment chaotique du déluge. » Whiston fut un des premiers qui se risquèrent à proposer d'interpréter le texte de la *Genèse* autrement qu'il ne l'avait été jusqu'alors, afin que la doctrine, qui enseignait que la terre avait existé longtemps avant la création de l'homme, cessât d'être regardée comme hétérodoxe. Il eut l'art de répandre un air de probabilité sur les parties les plus invraisemblables de sa théorie, et sembla ne vouloir procéder à l'établissement de ses diverses propositions qu'avec la plus grande réserve, et à l'aide seulement de démonstrations mathématiques. Dans un discours qu'il fit à la louange de la théorie de Whiston, Hooke insista particulièrement sur le mérite des explications qu'il avait su donner de tant de choses merveilleuses, qui, jusqu'à lui, étaient restées inapplicables. Son livre fut, ainsi que celui de Burnet, critiqué et réfuté par Keill (431), de même que tous ceux qui, pour rendre compte des phénomènes naturels, proposèrent des causes purement hypothétiques. Whiston retarda la marche de la vérité en détournant les esprits de la recherche des lois de nature sublunaire, et en les engageant dans de vaines spéculations, tant sur le pouvoir qu'il attribuait aux comètes de déplacer les eaux de l'océan pour les répandre sur la terre, que sur la résolution en eau des vapeurs de leurs queues, et sur plusieurs autres sujets de même valeur.

John Hutchinson, qui avait été employé par Woodward à faire sa collection de fossiles, publia, en 1724, la première partie de ses *Principes de Moïse*, dans laquelle il ridiculisa l'hypothèse de Woodward. Accoutumés à déclamer hautement contre la science humaine, Hutchinson et ses nombreux partisans soutinrent que les livres des Hébreux, fidèlement traduits, présentaient un système complet de philosophie naturelle. On conçoit aisément qu'avec de telles idées ils dussent avoir plus d'une objection à faire à la théorie de Newton sur la gravitation.

Ce fut à peu près vers cette même époque qu'Andrea Celsius, astronome suédois, publia ses remarques sur la diminution et l'abaissement graduels des eaux de la Baltique. — *Voy.* SOULÈVEMENT.

Dans le même temps, Scheuzer, en Allemagne, s'efforçait de prouver dans un ouvrage intitulé : *Complainte des poissons* (1708), que la terre avait été remodelée une seconde fois au déluge. En 1732, Pluche soutint aussi la même thèse; mais en 1753, d'Holbach, après avoir examiné les différents essais tentés pour rapporter au déluge de Noé toutes les formations anciennes, démontra l'insuffisance de cette cause.

Je reviens avec plaisir aux géologues d'Italie, qui, après avoir précédé, ainsi qu'on l'a déjà vu, les naturalistes des autres pays, dans leurs recherches sur l'histoire ancienne de la terre, conservaient encore sur eux, à l'époque à laquelle nous voici arrivés, une prééminence marquée. Ils réfutèrent et tournèrent en ridicule les systèmes physico-théologiques de Burnet, de Whiston et de Woodward (432). Vallisneri (433), entre autres, fit remarquer, dans ses commentaires sur la théorie woodwardienne, combien les intérêts de la religion, aussi bien que ceux de la saine philosophie, avaient souffert du mélange continuel des saintes Ecritures avec des questions relatives à la physique. Les ouvrages de cet auteur sont remplis d'observations originales. C'est à lui que la science est redevable de la première esquisse générale des dépôts marins de l'Italie, de leur étendue géographique, et des débris organi-

(431) *An examination of Dr., Burnet's theory* (*Examen de la théorie de Burnet*), etc., 2^e^ édit. 1734.

(432) Ramazzini alla jusqu'à dire que Burnet avait en grande partie emprunté ses idées à un dialogue d'un certain Patrizio; mais Brocchi, après avoir lu ce dialogue, assure qu'il n'y a rien, pour ainsi dire, d'analogue entre les systèmes de ces deux écrivains, si ce n'est la bizarrerie qui les caractérise.

(433) *Dei Corpi marini, Lettere critiche*, etc.; 1721.

ques les plus caractéristiques qu'ils renferment. Dans son traité intitulé *De l'origine des sources*, il démontre leur rapport avec l'ordre des couches, et souvent même avec les dislocations de ces couches, et se livre à une dissertation philosophique contre les opinions de ceux qui regardaient l'état confus de l'écorce terrestre comme un signe manifeste de la colère de Dieu, excitée par la malice des hommes. Dans son chapitre préliminaire, il se vit obligé de soutenir contre saint Jérôme et contre quatre autres des principaux traducteurs de la Bible, sans compter plusieurs professeurs de théologie, « que les sources ne venaient pas de la mer en passant par des siphons souterrains et des cavités, et en perdant leur salure en chemin, » cette théorie n'ayant d'autre soutien que le témoignage soi-disant infaillible des saintes Ecritures, sur lequel avaient un peu trop compté ceux qui l'avaient imaginée.

Quelque répugnance qu'il eût à généraliser les données résultant des riches matériaux recueillis dans ses voyages, Vallisneri avait été si vivement frappé de la continuité remarquable des couches marines les plus récentes qui s'étendent d'une extrémité à l'autre de l'Italie, qu'il en était venu à conclure que jadis l'océan avait couvert la surface entière du globe, et, qu'après y avoir longtemps séjourné, il avait fini par s'en retirer peu à peu. Cette opinion, quelque insoutenable qu'elle fût, était pourtant bien moins déraisonnable que la théorie diluvienne de Woodward, que Vallisneri, et après lui, tous les géologues toscans, combattirent de tout leur pouvoir, en opposition aux membres de l'Institut de Bologne, qui mirent un zèle extrême à la soutenir (434).

Parmi les autres écrivains de cette même époque, nous citerons d'abord Spada, prêtre de Grezzana, qui, en 1737, essaya de prouver que les corps marins pétrifiés qu'on avait découverts dans le voisinage de Vérone, n'étaient pas d'origine diluvienne (435); puis Matani, qui tira une conséquence semblable des coquilles trouvées à Volterra, et en divers autres lieux; et enfin, Constantini qui, d'un autre côté, entreprit de soutenir la vérité du déluge, et de prouver que l'Italie avait été peuplée par les enfants de Japhet (436). On doit à cet auteur d'assez bonnes observations sur la vallée de la Brenta et plusieurs autres localités.

Lazzaro Moro, dans son ouvrage publié en 1740, et ayant pour titre : *Sur les corps marins que l'on trouve dans les montagnes* (437), essaya d'appliquer aux phénomènes géologiques décrits par Vallisneri, la théorie des tremblements de terre, telle qu'elle avait été exposée par Strabon, Pline et différents autres auteurs anciens qui lui étaient familiers (438). Un phénomène remarquable qui eut lieu de son temps, et que Vallisneri avait également signalé dans ses lettres, éveilla son attention sur le pouvoir de soulèvement des forces souterraines. En 1707, une île nouvelle jaillit aux environs de Santorin, dans une partie très-profonde de la Méditerranée. Cette île, qui d'abord n'était, pour ainsi dire, qu'un point, grandit si rapidement, qu'en moins d'un mois elle se trouva avoir un demi-mille (la sixième partie d'une lieue) de circonférence, et 25 pieds (7 m. 6) environ, d'élévation au-dessus de la marque de la haute mer. Bientôt après, elle fut couverte de déjections volcaniques; mais dans le principe c'était un rocher de couleur blanche, à la surface duquel adhéraient des huîtres et des crustacés vivants. Moro, dans la vue de ridiculiser les diverses théories alors en vogue, supposa très-ingénieusement l'arrivée dans cette île de plusieurs naturalistes ignorant son origine récente. L'un, aussitôt, en appelle aux coquilles marines comme preuve du déluge universel; un autre soutient que ces coquilles attestent l'ancien séjour de la mer sur les montagnes; un troisième prétend qu'elles ne sont autre chose que de simples *jeux de la nature;* tandis qu'un quatrième, enfin, affirme qu'elles ont pris naissance et qu'elles ont vécu dans quelque ancienne caverne du roc constituant l'île, où l'eau salée se trouvait introduite sous forme de vapeur, par l'action de la chaleur souterraine.

Moro donna la preuve d'un très-bon jugement en faisant intervenir, à l'appui de sa théorie du soulèvement des continents par des mouvements souterrains, les *failles* et les dislocations de couches observées par Vallisneri dans les Alpes, ainsi que dans diverses autres chaînes, et décrites par ce naturaliste lui-même. Il opposa aux hypothèses de Burnet et de Woodward plusieurs objections fondées sur des raisonnements aussi judicieux que solides; mais, d'un autre côté, il tint si peu de compte de la protestation de Vallisneri, qu'il alla jusqu'à essayer de faire coordonner chaque partie de son propre système avec le récit biblique de la création. Le troisième jour, dit-il, le globe fut couvert, sur toute son étendue, d'une couche d'eau douce, ayant partout la même profondeur; et quand il plut à l'Etre suprême de faire apparaître les continents, la surface unie et régulière de la terre, composée de roches primitives, se brisa par l'effet d'explosions volcaniques. Ces roches, en s'élevant au-dessus du niveau des eaux, formèrent des masses montagneuses dont les fissures livrèrent passage aux métaux en

(434) Brocchi, p. 28.
(435) *Ibid.*, p. 33.
(436) *Ibid.*, p. 37.
(437) *Sui crostacei ed altri corpi marini che si trovano sui monti.*
(438 Bien qu'un grand nombre des idées de Moro se rapportent à celles de Hooke et de Ray, il est à présumer pourtant qu'il n'eut pas connaissance des ouvrages de ces deux auteurs, par la raison qu'ils n'avaient pas été traduits, et qu'il y a lieu de supposer que Moro ne savait pas l'anglais. On remarque, en effet, qu'indépendamment de ce qu'il ne cite jamais ni Hooke ni Ray, il renvoie toujours pour ses citations de Burnet à l'édition latine, et pour celles de Woodward, à l'édition française.

fusion et aux sels que renfermait l'intérieur du globe. Peu à peu, les exhalaisons volcaniques communiquèrent aux mers leur salure; et à mesure que ces parties liquides de la surface terrestre perdirent de leur étendue, elles augmentèrent de profondeur. Le sable et les cendres vomis par les volcans furent régulièrement disposés sur le fond de l'océan, et formèrent les couches secondaires qui, à leur tour, furent soulevées par des tremblements de terre. Il est inutile de suivre cet auteur dans tous les détais où il entre sur le mode de création employé les jours suivants, à l'égard des végétaux et des animaux; nous nous bornerons simplement à faire remarquer qu'un très-petit nombre des théories cosmologiques anciennes avaient su ménager aussi bien les idées reçues.

Moro eut cela de commun avec Hutton, qui plus tard soutint quelques-uns des mêmes principes, que l'extrême prolixité de son style lui rendit le secours d'un commentateur nécessaire pour mettre ses idées en lumière. Tous deux, à cet égard, furent également bien partagés; car, si le géologue écossais dut s'estimer heureux d'avoir Playfair pour avocat, Moro ne le fut pas moins lorsque, neuf ans après la publication de sa théorie, Cérillo Generelli, un de ses plus ardents admirateurs, se chargea d'en faire l'exposition dans une des séances de l'Académie de Crémone. Ce savant frère Carme ne se piquait pas d'avoir observé, par lui-même; mais il avait assez étudié pour être parfaitement en état de soutenir les opinions de Moro, à l'aide d'arguments tirés d'autres auteurs. Le choix qu'il nous a laissé des doctrines les mieux établies de son temps est si judicieux, que nous pensons faire plaisir au lecteur en lui en présentant ici l'analyse succincte; elle le mettra à même de juger quel était en Europe, et principalement en Italie, l'état de la géologie vers le milieu du siècle dernier.

Les productions marines que l'on rencontre à chaque pas dans les montagnes sont, dit-il, des monuments que la terre a soigneusement conservés dans son sein pour rendre témoignage de certains événements passés. D'après les réflexions de Moro, il est presque impossible de ne pas être persuadé que la présence de ces corps dans les montagnes soit due à d'anciens tremblements de terre, qui auraient changé de vastes étendues de mer en continents, et des terres habitées en mers. Cependant, comme ici plus qu'en aucune autre partie des sciences physiques, l'expérience et l'observation sont indispensables, nous devons nous hâter d'appeler les faits à notre aide. En quelque part qu'on ait creusé la terre, on a toujours trouvé qu'elle était composée de diverses couches ou terrains superposés les uns aux autres, et consistant, les uns en sable, les autres en roc, en craie, en marne, en houille, en pierre-ponce, en gypse, en chaux et en diverses autres substances. Quelquefois ces matières sont pures, mais quelquefois aussi elles sont mélangées d'une manière confuse. Souvent elles renferment des squelettes de poissons marins et plus souvent encore des coquilles des crustacés, des coraux, des plantes, etc. Ce n'est pas, au reste, en Italie seulement que les choses se passent de la sorte : il en est de même en France, en Allemagne, en Angleterre, en Afrique, en Asie et en Amérique; dans les couches les plus éloignées de la surface terrestre, aussi bien que dans celles qui en sont le plus près; sur les montagnes comme dans les mines les plus profondes; et dans le voisinage de la mer ainsi qu'à plusieurs centaines de milles de ses bords. Woodward a supposé que ces corps marins se rencontrent partout, sans exception; mais Vallisneri et Marsilli ont affirmé qu'il existe des roches dans lesquelles il ne s'en trouve aucun. Les débris des animaux fossiles consistent principalement dans les parties les plus solides de ces animaux, et tout porte à croire que les couches les plus dures ont dû être molles au moment où de tels corps y ont pénétré. On rencontre aussi dans certaines strates des productions végétales à divers états de maturité : ce qui prouve qu'elles y ont été déposées dans des saisons différentes. En Angleterre et ailleurs encore, on a trouvé, dans des couches superficielles qui n'avaient jamais été couvertes par la mer, des éléphants, des élans, et divers autres quadrupèdes terrestres. Quoique les alternances de couches marines et de couches renfermant des productions terrestres et marécageuses soient rares, il s'en présente cependant quelquefois. Les animaux marins sont disposés en groupes distincts dans les couches souterraines, avec un ordre admirable; ici les huîtres, là les dentales ou les coraux, etc., arrangement dont, suivant Marselli; les côtes de l'Adriatique offrent aujourd'hui l'exemple (439). Mais il nous faut abandonner la doctrine, jadis si populaire, qui refuse d'admettre que les corps organisés fossiles doivent leur origine à des êtres vivants, de même qu'il nous faut renoncer aussi à expliquer la position actuelle de ces mêmes fossiles, soit par l'ancienne théorie de Strabon, soit par celle de Leibnitz, soit enfin par le déluge universel, tel qu'il a été expliqué par Woodward et plusieurs autres. *Il ne serait pas raisonnable non plus*, dit Generelli, *de mettre en jeu la Divinité au gré de nos caprices, et de lui faire faire des miracles pour le seul plaisir de confirmer nos hypothèses prématurées. — Très-savants académiciens!* ajoute-t-il encore, *j'ai en horreur tous ces systèmes qui, bâtis en l'air, ne peuvent se soutenir sans miracle, et je vais essayer, avec l'assistance de Moro, de vous expliquer comment ces animaux marins ont été transportés par des causes naturelles dans les montagnes* (440).

Après cela, vient l'analyse succincte de la théorie de Moro, à l'aide de laquelle Gene-

(439) *Saggio fisico intorno alla storia del mare*, part. I, p. 24.

(440) *De crostacei e di altre produz. del mare*, etc.; 1749.

relli assure qu'on peut rendre compte de tous les phénomènes, comme Vallesneri désirait si ardemment qu'on le fît, c'est-à-dire, *sans violence*, *sans fictions*, *sans hypothèses*, *sans miracles* (441). Le Carme s'applique ensuite à combattre une objection très-rationnelle que l'on faisait au système de Moro, considéré comme moyen propre à expliquer d'*une manière naturelle* les révolutions de la terre. S'il est vrai, disait-on, que jadis les tremblements de terre aient été les agents d'aussi grands changements que ceux que Moro leur attribue, comment se fait-il que, depuis les temps historiques, leurs effets aient été si peu considérables? Cette même difficulté s'était, comme on sait, présentée à Hooke, un demi-siècle auparavant, et l'avait obligé de recourir à une ancienne *crise de la nature*. Toutefois, Generelli défendit sa position en faisant remarquer combien, dans l'espace de ces six mille dernières années, les récits d'irruptions, de tremblements de terre, d'îles nouvelles, de soulèvements et d'affaissements de terrains avaient été nombreuses, et cela sans compter ceux de ces événements qui étaient restés inattestés et dans l'oubli, et dont le nombre devait être bien plus considérable encore que celui des premiers. Il en appela aussi au témoignage de Vallesneri pour prouver qu'il n'existait que très-peu de masses minérales renfermant des coquilles, comparativement aux roches dépourvues de débris organiques; et il pensait, en outre, que ces dernières pouvaient avoir été créées, *à l'origine*, telles qu'on les voit aujourd'hui.

Generelli décrit ensuite la dégradation des montagnes et des continents, à laquelle l'action des rivières et des torrents donne lieu incessamment, et finit par les considérations suivantes : « Serait-il possible, dit-il, que cette dégradation se fût continuée pendant six mille ans, et bien plus encore, *peut-être*, et que les montagnes fussent restées aussi grandes qu'elles le sont à l'époque actuelle, si leurs pertes n'eussent été réparées? D'un autre côté, peut-on raisonnablement supposer que l'auteur de la nature ait réglé le monde suivant des lois telles que la partie solide de la terre aille toujours en diminuant, jusqu'à ce qu'enfin elle se trouve entièrement submergée par les eaux? Et quel est l'esprit rationnel qui consentirait à admettre qu'au milieu de tant d'objets créés, les montagnes seules diminuent journellement de nombre et de volume, sans que leurs pertes soient jamais compensées? Cela serait tellement contraire à l'ordre de la Providence, qui règne et se manifeste d'une telle manière dans toutes les autres créations, que l'on ne peut vraiment s'empêcher d'attribuer à la même cause qui, dans l'origine des temps, fit sortir les montagnes de l'abîme, la production de celles qui depuis sont venues sucessivement réparer les pertes que les premières ont pu éprouver, soit par suite d'affaissement ou de brisement, soit par l'effet de tout autre genre d'altération. Cela une fois admis, on comprendra aisément pourquoi, sur tant de montagnes, il se trouve un si grand nombre de crustacés et d'autres animaux marins. »

Dans l'extrait que je viens de donner des travaux de Generelli, non-seulement j'ai fait l'énumération la plus scrupuleuse des faits et des opinions que l'observation a confirmés récemment, mais de plus, et tout en ayant soin de passer sous silence ce qui depuis cet auteur a été reconnu comme étant inexact, j'ai présenté l'analyse fidèle du traité tout entier, à la seule exception de l'hypothèse de Moro, que Generelli adopta avec tout ce qu'elle a de bon et de défectueux. Maintenant il me reste à faire remarquer que, bien que cet admirable essai embrasse le plus grand nombre des principes fondamentaux de la géologie, il ne fait nullement allusion à l'extinction de certaines classes d'animaux; sujet sur lequel il est évident que, du temps de Generelli, aucune opinion n'était fermement établie en Italie. On concevra sans peine comment Lister et plusieurs autres naturalistes anglais avaient dû se déclarer depuis longtemps en faveur de la perte des espèces, tandis que Scilla et la plupart de ses compatriotes hésitaient encore à admettre cette extinction, si l'on considère que les musées italiens étaient remplis de coquilles fossiles appartenant à des espèces dont un très-grand nombre vivait alors dans la Méditerranée, et que les collecteurs anglais, au contraire, ne pouvaient retrouver aucune espèce récente dans les couches qui, à cette époque, étaient explorées chez eux.

Le côté le plus faible de ce système de Moro consistait dans la supposition que *toutes* les roches stratifiées devaient leur origine à des éjections volcaniques, supposition dont ses adversaires, et Vito Amici particulièrement, prirent soin de faire ressortir l'absurdité (442). C'est au désir extrême qu'avait Moro de représenter la formation des roches secondaires comme s'étant accomplie dans une période excessivement courte, et à l'aide seulement d'agents connus dans la nature, qu'il faut attribuer l'erreur dans laquelle il tomba. L'opinion d'après laquelle on admet que les torrents, les rivières, les courants, les déluges partiels et tous les divers genres d'action de l'eau courante ont eu jadis une énergie plusieurs milliers de fois plus grande qu'à présent, aurait, au temps de Moro, paru tellement absurde et incroyable, et aurait en outre exigé tant d'hypothèses violentes, que c'est pour cela sans doute qu'il aima mieux faire intervenir les éjections volcaniques comme ayant produit les matières dont les couches se composent, que d'attribuer ces matières au transport effectué par l'eau courante. Cette préférence, d'ailleurs, s'explique encore par le peu de connaissances que nous possédons à l'égard des véritables causes des convulsions souterraines, circonstance qui fait que

(441) «Senza violenze, senza finzioni, senza supposti, senza miracoli.» (*De crostacei e di altre produz. del mare*, etc.; 1749.

(442) *Sui testacei della Sicilia*.

la violence avec laquelle s'exerçaient autrefois ces convulsions peut être indéfiniment augmentée en théorie, sans qu'il y ait lieu de taxer d'absurdes et de contradictoires toutes les conjectures qu'il est possible de faire à ce sujet.

Marsilli, le même que celui dont Generelli a mentionné l'ouvrage, se livra à des recherches intéressantes sur le fond de l'Adriatique. Il fut conduit à ce genre d'observations, parce qu'il avait remarqué dans le territoire de Parme, que les coquilles fossiles n'étaient pas dispersées au hasard dans les roches, mais qu'elles y étaient, au contraire, disposées avec un ordre parfait, suivant certains genres et certaines espèces. C'est, du reste, ce qu'avaient observé avant lui Spada, près de Vérone, et Schiavo, en Sicile.

Dans la vue de répandre un nouveau jour sur ces questions, Vitaliano Donati entreprit des recherches du même genre, mais plus étendues que celles dont s'était occupé Marsilli. Ces recherches, qui eurent lieu aussi dans l'Adriatique, lui firent découvrir, à l'aide de sondages souvent répétés, que des dépôts de sable, de marne, et des incrustations tuffacées, parfaitement analogues à ceux des collines subapennines, étaient en voie de s'accumuler dans cette mer. Il déclara que certaines régions sous-marines étaient totalement dépourvues de coquilles, tandis que d'autres, au contraire, en possédaient un plus ou moins grand nombre, telles surtout que les genres *arca*, *pecten*, *venus*, *murex* et quelques autres, qui y vivaient réunies en familles. Il affirma aussi avoir trouvé, dans diverses localités, une masse formée de coraux, de coquilles et de diverses espèces de crustacés, mêlés confusément avec de la terre, du sable et du gravier. A un pied (trois décimètres environ), ou plus, de profondeur, les substances organiques étaient complétement pétrifiées et réduites à l'état de marbre ; à moins d'un pied de la surface, elles approchaient davantage de leur état naturel, et à la surface enfin, elles étaient vivantes, ou du moins dans un très-bon état de conservation quand elles avaient cessé de vivre.

Baldassari, naturaliste contemporain de Buffon et de Donati, prouva, que les débris organiques des marnes tertiaires du territoire de Sienne étaient groupés par familles, d'une manière exactement semblable à celle à laquelle ce dernier avait fait allusion.

Ce fut dans son *Histoire naturelle*, publiée en 1749, que Buffon fit connaître pour la première fois ses idées théoriques sur les révolutions anciennes du globe. Il adopta tout à la fois l'hypothèse d'un noyau primitif igné, et celle de l'océan universel de Leibnitz. Les plus hautes montagnes, dit-il, furent jadis recouvertes par cette enveloppe aqueuse ; puis, les courants marins, exerçant une action très-violente, creusèrent des vallées sous-marines profondes, et formèrent des couches horizontales, en entraînant de certains lieux des matières solides, pour les déposer ailleurs. La retraite d'une partie des eaux de l'océan, dans des cavernes souterraines, occasionna la dépression de son niveau, et, par suite, la mise à sec de quelques portions de terre. Buffon ne semble pas avoir profité, comme Leibnitz et Moro, des observations de Sténon ; car, autrement, il n'eût certes jamais émis l'opinion que les couches étaient généralement horizontales, et que celles qui renferment des débris organiques n'avaient subi aucun bouleversement depuis l'époque de leur formation. Il était tellement convaincu de l'action puissante qu'exercent annuellement les rivières et les courants par le transport des matières terreuses, de niveaux élevés à des niveaux plus bas, qu'il allait jusqu'à entrevoir l'époque à laquelle cette cause occasionnerait la destruction générale des continents actuels. Quoique en géologie il n'eût point fait d'observations par lui-même, il dut à son génie de rendre son hypothèse attrayante, et sut, par l'éloquence de son style et la hardiesse de ses idées, éveiller la curiosité de ses compatriotes, et provoquer en eux un ardent désir d'investigation.

Peu après la publication de son *Histoire naturelle*, dans laquelle était comprise sa *Théorie de la Terre*, il reçut une lettre officielle (en date de janvier 1751) de la Sorbonne, ou Faculté de Théologie de Paris, qui lui donnait à savoir que quatorze propositions de ses ouvrages « avaient été trouvées répréhensibles et contraires à la foi de l'Eglise. » Le premier de ces passages incriminés, et le seul qui eût rapport à la géologie, était ainsi conçu : « Ce sont les eaux de la mer qui ont produit les montagnes et les vallées de la terre... ; ce sont les eaux du ciel qui, ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer, qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continents semblables à ceux que nous habitons. Buffon fut invité par la Faculté, en termes très-courtois, à donner l'explication, ou plutôt à faire la rétractation de ses opinions hétérodoxes ; ce à quoi ayant consenti, sa déclaration fut approuvée, en assemblée générale par la Faculté, qui l'engagea à la publier dans le premier ouvrage qu'il donnerait au public. Les premiers mots de ce document curieux étaient ceux-ci : « Je déclare que je n'ai eu aucune intention de contredire le texte de l'Ecriture ; que je crois très-fermement tout ce qui y est rapporté sur la Création, soit pour l'ordre des temps, soit pour les circonstances des faits ; et que *j'abandonne ce qui, dans mon livre, regarde la formation de la terre*, et en général, tout ce qui pourrait être contraire, à la narration de Moïse (443). »

Le grand principe auquel Buffon fut appelé à renoncer, consistait simplement dans cette donnée, savoir, *que les montagnes et les vallées actuelles de la terre sont dues à des causes secondaires ; et que, par la suite des temps, ces mêmes causes détruiront tous les continents, collines et vallées, et en reprodui-*

(443) *Hist. nat.*, tom. V, édition de l'Imprimerie royale, Paris, 1769.

ront d'autres semblables. Or, quelque défectueuses que puissent être certaines idées de Buffon, sa doctrine de l'origine secondaire des continents actuels n'en reste pas moins aujourd'hui aussi fermement établie que la rotation de la terre autour de son axe. D'un autre côté, l'opinion qu'il émit que les parties du globe, maintenant à découvert, pourront un jour être envahies par les mers, s'accrédite de plus en plus, à mesure que l'expérience nous fait mieux apprécier les changements actuellement en voie de s'accomplir.

Dans un très-volumineux ouvrage intitulé *Voyage en Toscane*, 1751 et 1754, Targioni s'appliqua à achever l'esquisse de la géologie de cette région, commencée par Sténon, soixante ans auparavant. Malgré le défaut d'ordre et de concision qui règne dans les mémoires de cet auteur, ils ne laissent pas, toutefois, d'offrir beaucoup d'intérêt, par suite du grand nombre d'observations exactes qu'ils renferment. D'un autre côté, bien que Targioni ne se soit pas beaucoup attaché aux vues générales, il s'est cependant occupé de l'origine des vallées, sujet à l'égard duquel il ne partageait pas l'opinion de Buffon, qui attribuait principalement cette origine aux courants sous-marins. Le naturaliste toscan s'efforça de prouver que toutes les vallées des Apennins, tant grandes que petites, avaient été creusées par des rivières et des inondations dues à la rupture des digues de certains lacs, après la retraite de l'océan. Il soutint aussi que les éléphants et les autres quadrupèdes que l'on rencontre si fréquemment dans les dépôts lacustres et alluviens de l'Italie, avaient habité cette contrée, et n'y avaient été transportés ni par Annibal, ni par les Romains, comme quelques-uns le prétendaient, non plus que par ce qu'il plaisait à d'autres d'appeler *une catastrophe de la nature.*

En 1756, parut le traité de Lehman, minéralogiste allemand, et directeur des mines de Prusse, à qui on doit aussi une division des montagnes en trois classes. Dans la première il plaça celles qui, formées en même temps que le monde, étaient antérieures à la création des animaux, et ne contenaient aucun fragment d'autres roches ; dans la seconde, il réunit celles qu'il attribuait à la destruction partielle des roches primitives, occasionnée par une révolution générale ; et dans la troisième classe, enfin, il rangea les montagnes qui devaient leur origine en partie à des révolutions locales, et en partie, au déluge de Noé.

L'auteur d'une traduction française de cet ouvrage, qui parut en 1759, exposa, dans sa préface, des idées extrêmement judicieuses sur l'action des tremblements de terre, ainsi que sur celle qui résulte des causes aqueuses (444).

A cette époque, Gesner, botaniste de Zurich, publia un excellent traité sur les pétrifications et sur les révolutions terrestres dont ces mêmes pétrifications rendent témoignage (445). Après une énumération détaillée des différentes classes de fossiles appartenant aux règnes animal et végétal, et des remarques sur les divers états de pétrification dans lesquels on les trouve, il se livre à des considérations ingénieuses sur les rapports de ces fossiles avec certains phénomènes géologiques ; observant que les uns, tels que ceux d'Œningen, ressemblent aux testacés, aux poissons et aux plantes qui vivent près du lieu de leur gisement, tandis que d'autres, comme les ammonites, les gryphytes, les bélemites, etc., appartiennent soit à des espèces inconnues, soit à des espèces qui ne se trouvent que dans l'océan Indien, ou dans quelques autres mers très-éloignées. Pour aider ses lecteurs à se faire une idée de la structure de la terre, il leur donne, d'après Varenius, Buffon et plusieurs autres naturalistes, la reproduction de diverses coupes obtenues en creusant des puits ; il signale ensuite la différence qui existe entre les strates horizontales et les strates inclinées, et, dans une dissertation sur les causes de cette différence, il fait allusion à l'examen du lit de l'Adriatique, auquel Donati s'était livré quelques années auparavant ; il mentionne aussi le remblaiement des lacs et des mers par les sédiments ; les dépôts de coquilles en voie de se former à l'époque actuelle ; et plusieurs effets connus des tremblements de terre, tels que l'abaissement de certaines régions, ou le soulèvement du lit de la mer, phénomène capable de donner naissance à des îles nouvelles, et de mettre à sec des couches renfermant des pétrifications. L'océan, dit-il, abandonna ses rivages dans plusieurs contrées, comme sur les bords de la Baltique ; mais là, par exemple, cette action s'est produite d'une manière si lente durant les vingt derniers siècles qui se sont écoulés, qu'en supposant que les Apennins, dont les sommets sont couverts de coquilles marines, eussent été élevés dans la même proportion, il leur aurait fallu 80,000 ans pour atteindre leur hauteur actuelle. Or, dépassant de dix fois, au moins, l'âge du monde, un tel laps de temps nous obligerait à rapporter le phénomène en question à la simple volonté de Dieu, qui, suivant Moïse, ordonna « aux eaux de se réunir tous en un même endroit, et aux continents de s'élever au-dessus du niveau des mers. » Gesner se servit des idées de Leibnitz pour expliquer la retraite de l'océan primitif. Son essai annonce beaucoup d'érudition ; et ses commentaires sur les auteurs italiens, allemands et anglais qui l'avaient précédé, décèlent autant de bonne foi que de discernement.

L'année suivante, Arduino (446), dans ses *Mémoires sur les montagnes de Padoue, de Vicence et de Vérone*, établit, d'après des observations originales, la distinction des diverses roches dont se compose la croûte du globe : il les divisa en primitives, secondaires

(444) *Essai d'une hist. nat. des couches de la terre*, 1759.

(445) John Gesner, publié à Leyde, en latin.

(446) *Giornale del Griselini*, 1759.

et tertiaires, et prouve qu'une suite d'éruptions volcaniques sous-marines avaient eu lieu dans les régions qui viennent d'être énoncées.

En 1760, le Rev. John Michell, professeur de minéralogie à Cambridge, et zélé partisan de Woodward, publia, dans les *Transactions philosophiques*, un *Essai sur la cause et les phénomènes des tremblements de terre*. Son attention avait été attirée sur ce sujet par le violent tremblement de terre qui s'était fait sentir à Lisbonne en 1755. Il émit des idées originales et philosophiques sur la propagation des mouvements souterrains, et sur les cavernes et les fissures dans lesquelles on pouvait supposer que la vapeur était produite. En cherchant à prouver à quel point sa théorie était applicable à la structure du globe, il se trouva amené à décrire l'arrangement et le bouleversement des couches, l'horizontalité ordinaire qu'elles présentent dans les pays de plaines, et leur état convulsionné et fracturé dans le voisinage des chaînes de montagnes. Il expliqua aussi, avec une exactitude surprenante, les rapports qui existent entre les crêtes centrales de certaines roches anciennes, et les *bandes longues et étroites dont la composition terreuse, pierreuse et minéralogique est analogue à celles de ces crêtes, en même temps que leur direction est semblable*. Dans ses généralisations, qui résultent en très-grande partie de ce qu'il avait observé sur la structure géologique du Yorkshire, il laissa apparaître plusieurs idées nouvelles, que développèrent d'une manière complète d'autres naturalistes qui vinrent après lui.

Bien que les écrits de Michell fussent entièrement dégagés de toute espèce de considérations physico-théologiques, quelques-uns de ses contemporains n'en continuèrent pas moins encore à soutenir ou à combattre avec ardeur l'hypothèse de Woodward. Catcott, partisan de la doctrine de Hutchinson, et auteur d'un *Traité sur le Déluge*, publié en 1761, fit allusion à plusieurs des ouvrages écrits soit pour, soit contre cette hypothèse. Il s'appliqua particulièrement à réfuter l'explication des saintes Ecritures, proposée par l'évêque Clayton, son contemporain. Ce prélat avait déclaré que le déluge ne *pouvait être considéré comme un fait rigoureusement vrai, si ce n'est pour le point du globe qu'habitait Noé avant ce grand événement*. Catcott insista sur l'universalité du déluge, d'après les traditions d'inondations mentionnées par des auteurs anciens ou par des voyageurs, comme ayant eu lieu aux Indes Orientales, en Chine, dans l'Amérique du Sud, et en divers autres pays. Cette partie de son livre n'est point dépourvue de mérite, bien que, pourtant, on n'y voit guère de quel poids peuvent être, par rapport à l'argument de l'évêque, les traditions en question ; car, même en les supposant authentiques, rien ne prouve que les catastrophes dont il y est fait mention aient eu lieu contemporairement ; plusieurs d'entre elles, au contraire, sont très-positivement représentées par les auteurs anciens qui les citent comme étant arrivées successivement.

Les doctrines d'Arduino, dont nous avons parlé il y a quelques instants, furent confirmées plus tard par Fortis et Desmarest, sur les lieux mêmes où Arduino les avait puisées peu de tant auparavant. Ainsi que Baldassari, ces deux auteurs s'appliquèrent à compléter l'histoire des couches subapennines. L'ouvrage d'Odoardi (447) renferme un argument décisif en faveur de la différence d'âge qui caractérise les couches apennines anciennes, et les formations subapennines d'origine plus récente. L'auteur y reconnaît, en outre, que les couches dont se composent ces deux groupes sont *discordantes* entre elles, et il en conclut qu'elles doivent avoir été formées par des sédiments provenant de différentes mers, et à des époques très-éloignées les unes des autres.

En 1763, Raspe, savant Hanovrien, publia, en latin, une histoire des Iles nouvelles (448). Dans cet ouvrage, l'auteur réunit tous les récits authentiques des tremblements de terre qui avaient produit quelque changement permanent dans les parties solides du globe, et en fit une critique extrêmement judicieuse. Il passa en revue tous les meilleurs systèmes qu'avaient proposés au sujet de l'histoire ancienne de notre planète, soit les auteurs anciens, soit les écrivains modernes, et sut apprécier à leur juste valeur, d'une part, le mérite, et, de l'autre, les défauts dont n'étaient exemptes ni la doctrine de Hooke, ni celles de Ray, de Moro, de Buffon, et de plusieurs autres, témoignant d'ailleurs une grande admiration pour l'hypothèse de Hooke, et s'attachant à prouver que son explication de l'origine des couches était plus exacte que celle de Moro. Pour ce qui regarde les théories de ces deux auteurs, relativement aux effets des tremblements de terre, il reconnut qu'elles étaient d'accord en tous points. Bien que les idées de Raspe sur la structure géologique du globe fussent peut-être moins hardies que celle de Michell, dont, au reste, il ne connaissait pas le mémoire, il ne laissa pas, toutefois, d'ajouter quelques arguments à la théorie de Hooke, et de la rendre telle, disait-il, que l'auteur l'eût écrite lui-même, s'il fût venu plus tard. Quant aux périodes qui furent les témoins de tous les tremblements de terre auxquels nous devons l'élévation de diverses parties de nos continents et de nos îles, Raspe dit qu'il ne prétend pas en assigner la durée et encore moins soutenir l'opinion avancée par Hooke à cet

(447) *Sui corpi marini del Feltrino*, 1761.

(448) *Specimen historiæ naturalis globi terraquei, præcipue de novis e mari natis insulis* ; Amstelodami, 1763. Raspe fut aussi l'éditeur des *Œuvres philosophiques* de Leibnitz ; Amsterdam et Leipzig, 1765 : et l'auteur du *Catalogue raisonné des pierres fines de Tassie*, ainsi que des *Voyages du baron Munchausen*.

égard, savoir, que les convulsions souterraines s'étaient presque toutes manifestées durant le déluge de Noé. Il considère les indications apparentes de l'ancienne chaleur tropicale du climat de l'Europe, et les changements qui se sont opérés parmi les diverses espèces d'animaux et de plantes, comme deux des problèmes géologiques les plus obscurs et les plus difficiles à résoudre. A l'égard des îles qui, depuis les temps historiques ou traditionnels, sont sorties du sein de la mer, il déclare que quelques-unes d'entre elles sont formées de couches renfermant des débris organiques, et non, comme Buffon le prétendait, de matière volcanique seulement. Il termine son ouvrage en exhortant vivement les naturalistes à examiner avec le plus grand soin les îles qui s'étaient élevées, en 1707, dans l'Archipel grec, et, en 1720, dans les Açores, et à mettre à profit ces précieuses occasions d'étudier la nature *dans son acte d'enfantement*. Raspe ne comprenait pas comment les écrits de Hooke avaient pu être négligés pendant plus d'un demi-siècle ; mais ce qui a droit d'étonner plus encore, c'est que l'exposition brillante de la théorie de cet auteur, faite par Raspe lui-même, ait, à son tour, pendant plus d'un autre demi-siècle, excité aussi peu d'intérêt.

Fuchsel, physicien allemand, publia, en 1762 une description géologique du pays compris entre le Thuring Wald et le Hartz, et un mémoire sur les environs de Rudelstadt (449) ; plus tard, en 1773, il fit paraître un ouvrage théorique sur l'histoire ancienne de la terre et de l'homme (450). Les connaissances de Fuchsel dépassèrent de beaucoup celles de Lehman, son prédécesseur. Il sut parfaitement distinguer, tant par leur position que par les fossiles qu'ils contenaient, plusieurs groupes de couches différents entre eux sous le rapport de l'âge, et correspondant aux formations secondaires actuellement reconnues par les géologues dans diverses parties de l'Allemagne. Il supposait que les continents européens étaient restés couverts par la mer jusqu'à la formation des couches marines que l'on désigne en Allemagne sous la dénomination de *Muschelkalk*, et pensait que les plantes terrestres renfermées dans plusieurs dépôts de l'Europe, attestaient l'existence de la terre ferme dans le voisinage de l'ancienne mer, — circonstance d'où il était naturel de conclure qu'un continent avait dû, jadis, occuper la place de l'océan actuel. Il expliquait la disparition totale de ce continent, en disant que l'enfoncement successif de plusieurs de ses parties, dans des cavernes souterraines, avait *graduellement* déterminé son engloutissement général sous la mer. Quant à l'état de bouleversement dans lequel se trouvent à présent un grand nombre de couches sédimentaires, qu'il considérait comme ayant dû être horizontales à l'origine, il l'attribuait à des oscillations postérieures du sol.

Il pensait que, de même que les anciennes périodes virent naître des plantes et des animaux, de même aussi l'homme dut figurer parmi les êtres animés de ces temps primitifs. Mais tous les hommes, dont peu à peu la terre se peupla, ne dérivèrent pas d'un seul et même couple ; ils furent créés sur divers points de la surface du globe, et des centres de naissance furent aussi nombreux que les langages primitifs des nations.

Fuchsel, dans ses écrits, laisse apercevoir un très-vif désir d'expliquer les phénomènes géologiques, autant que possible, par l'action de causes connues, et, quoique plusieurs de ses hypothèses soient entièrement dénuées de fondement, ses idées n'en sont pas moins bien plus d'accord avec celles qui dominent généralement aujourd'hui, que ne le sont les théories promulguées postérieurement par Werner et ses partisans.

Gustavus Brander publia, en 1776, ses *Fossilia Hautoniensia*, ouvrage qui renferme d'excellentes figures des coquilles fossiles trouvées dans les couches marines les plus modernes de l'Angleterre. *On a*, dit-il dans sa préface, *adopté diverses opinions touchant la question de savoir quand et comment ces corps ont été déposés. Les uns pensent que ces dépôts sont dus au déplacement graduel de la mer, et qu'ils ont mis un temps considérable à se former*, etc., *tandis que d'autres, et c'est le plus grand nombre, en rapportent la cause au déluge.* Cette conjecture, toutefois, ajoute Brander, doit être considérée comme purement hypothétique, lors même qu'on admettrait l'universalité du cataclisme diluvien. Suivant lui, les testacés et les autres animaux fossiles provenaient, pour la plupart, d'espèces inconnues ; et quant à ceux qui appartenaient à des espèces connues, il supposait que leurs analogues vivants habitaient les latitudes méridionales.

Soldani appliqua avec succès ses connaissances en zoologie à l'explication de l'histoire des masses stratifiées. Il prouva que, de même que les zoophites et les testacés microscopiques vivants habitent les profondeurs de la Méditerranée, de même aussi les espèces fossiles se trouvent dans les dépôts qui, par la ténuité de leurs molécules et par l'absence complète des galets, indiquent qu'ils se sont formés dans une mer profonde, ou loin du rivage. Cet auteur est le premier qui ait observé l'alternance des couches marines et des couches d'eau douce qui existe dans le bassin de Paris (451).

En 1793, une controverse animée s'éleva entre Fortis et Testa, autre naturaliste italien, à l'occasion des poissons de Monte-Bolca. Les lettres (452) de ces deux savants, écrites avec autant de vivacité que d'élé-

(449) *Acta academiæ electoralis moguntinæ*, vol. II, Erfurt.

(450) Ces détails sur Fuchsel sont tirés d'une excellente analyse de ses mémoires, due à M. Keferstein. (*Journ. de géologie*, tom. II, oct. 1830.)

(451) *Saggio orithografico*, etc. ; 1780, et autres ouvrages.

(452) *Lett. su i pesci fossili di monte Bolca*; Milan; 1793.

gance, font voir qu'ils n'ignoraient pas qu'un grand nombre de coquilles subapennines étaient identiques avec des espèces encore existantes, et que quelques-unes d'entre elles avaient leurs analogues vivants dans la zone torride. Fortis mit en avant une conjecture assez bizarre : il supposa que, lorsque les volcans du Vicentin étaient en activité, les eaux de l'Adriatique avaient une température plus élevée que celles qu'elles ont eue depuis que ces volcans ont cessé de brûler ; et, par suite de ce raisonnement, il fut conduit à croire que les coquilles particulières à des régions beaucoup plus chaudes que l'Italie pouvaient avoir peuplé jadis les mers de cette contrée. Quant à Testa, il semblait disposé à penser que les espèces de testacés dont il s'agit étaient encore communes aux mers équinoxiales et à celles de son propre pays, appuyant cette opinion sur ce que plusieurs de ces espèces, qu'on avait cru pendant longtemps appartenir exclusivement à des régions plus chaudes, avaient été postérieurement trouvées dans la Méditerranée (453).

Tandis que, de concert avec Cortesi et Spallanzani, les naturalistes italiens dont nous venons de parler s'occupaient activement à signaler l'analogie qui existe entre les dépôts des mers modernes et ceux des mers anciennes, et la manière d'être, ainsi que l'ordre d'arrangement des habitants de ces mers ; et tandis que, d'un autre côté, les recherches relatives aux roches volcaniques anciennes et modernes se poursuivaient avec quelque succès en Italie, Whitehurst (454) et Wallerius, deux des observateurs les plus originaux parmi les écrivains anglais et allemands, employaient leur habileté à soutenir, suivant la vieille hypothèse Woodward, que toutes les couches avaient été formées par le déluge de Noé. Whitehurst, toutefois, racheta en quelque sorte cette erreur par la description parfaitement exacte qu'il fit des roches du Derbyshire ; et de plus, il répara le tort que ses fausses idées théoriques avaient pu faire à la science, en fournissant lui-même des armes pour les combattre.

Ce fut vers la fin du XVIII^e^ siècle que la nécessité de diviser en groupes distincts les différentes masses minérales dont se compose la croûte du globe, commença à se faire sentir généralement, et que l'examen des rapports que ces masses ont entre elles devint l'objet favori des études de tous ceux qui s'occupaient de géologie. Pallas et Saussure figurent au premier rang des savants dont les travaux contribuèrent le plus à ce résultat. Après un examen attentif des deux grandes chaînes de montagnes de la Sibérie, Pallas annonça que les roches granitiques occupaient le milieu de ces chaînes ; que les roches schisteuses s'appuyaient latéralement contre le granit, et que les roches calcaires, à leur tour, reposaient sur les schistes, — arrangement qu'il considérait comme étant la preuve qu'une loi générale avait présidé à la formation de toutes les chaînes composées principalement de roches primitives (455).

Dans ses *Voyages en Russie* (1793 et 1794), il fit plusieurs observations importantes sur la disposition des couches modernes situées près du Wolga et de la mer Caspienne, et prouva qu'à une époque assez récente de l'histoire de la terre, l'étendue de cette mer avait été plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui. Son mémoire relatif aux ossements fossiles de la Sibérie, attira l'attention des observateurs sur quelques-uns des phénomènes géologiques les plus remarquables. Il déclara avoir trouvé dans le sol congelé un rhinocéros tout entier, encore pourvu de sa chair et de sa peau. Cette circonstance qui, d'abord avait paru douteuse, fut confirmée quelque temps après par la découverte que l'on fit sur les bords de la mer du Nord d'un éléphant enfermé dans une masse de glace (456).

Les sujets relatifs à l'histoire naturelle qui fixèrent l'attention de Pallas, furent trop multipliés pour qu'il pût consacrer une grande partie de ses travaux à la géologie exclusivement. Quant à Saussure, il s'attacha surtout à l'étude de la structure des Alpes et du Jura, et fournit à la science des données dont ceux qui vinrent après lui devaient profiter d'une manière si utile. Il n'eut la prétention de déduire aucun système général de ses intéressantes et nombreuses observations ; et le petit nombre d'opinions théoriques qui lui échappèrent, semblent, comme celles de Pallas, avoir pris naissance dans les spéculations cosmologiques des auteurs qui l'avaient précédé.

En 1775, Werner fut nommé professeur de minéralogie à l'Ecole des mines de Freyberg, en Saxe. Il dirigea son attention, non-seulement sur la composition et les caractères extérieurs des animaux, mais aussi sur ce qu'il appelait *la géognosie*, c'est-à-dire, la position naturelle des minéraux dans chaque espèce de roches, le groupement de ces roches, leur distribution géographique et leurs rapports divers. Les phénomènes observés dans la structure du globe n'avaient

(453) Cet argument de Testa a été confirmé, il y a quelques années, par la certitude qu'on acquit que des marchands de coquilles, dans la vue de tirer un plus grand profit de certaines espèces de la Méditerranée, les avaient pendant longtemps vendues pour des coquilles appartenant à des latitudes plus méridionales et plus éloignées. Il paraît, surtout d'après plusieurs certaines d'experiences faites par le capitaine Smith, dans la Méditerranée, de la surface à huit brasses de profondeur, que la température de cette mer est de 3° 1/2 F. (1-67 cent.), terme moyen, plus élevée que celle de la partie occidentale de l'Océan Atlantique. Ce fait très-important peut, jusqu'à un certain point, aider à expliquer la cause par suite de laquelle plusieurs espèces sont communes aux latitudes des tropiques et à celles de la Méditerranée.

(454) *Inquiry into the original state and formation of the earth* (Recherches sur l'origine et la formation de la terre) ; 1778.

(455) *Observ. sur la formation des montagnes.* (*Act. petrop.*, ann. 1778, part. I.)

(456) *Nov. comm. petr.* XVII ; CUVIER, *Eloge de Pallas.*

guère servi jusqu'alors qu'à fournir d'intéressants sujets de discussion philosophique; mais quand Werner signala leur application à l'usage pratique de l'art du mineur, l'étude de ces phénomènes fut, dès ce moment, considérée par une classe d'hommes très-nombreuse, comme devant constituer une des parties les plus essentielles de l'éducation qui convenait à leur profession; et depuis lors, la géologie fut cultivée en Europe d'une manière plus systématique, et avec plus d'ardeur que jamais. Werner joignait à une imagination brillante un esprit orné d'une immense variété de connaissances. A sa science favorite il associait l'étude de toute espèce de sujets; et dans ses leçons, qu'il savait orner d'une foule de digressions intéressantes, il indiquait tous les usages domestiques des minéraux, ainsi que leurs propriétés médicales; l'influence de la composition minéralogique des roches sur le sol, et celle du sol, à son tour, sur les ressources, la richesse et la civilisation de l'homme. De même, disait-il, que les vastes plaines sablonneuses de la Tartarie et de l'Afrique maintenaient leurs habitants à l'état de bergers errants; de même aussi, suivant lui, les montagnes granitiques, et les terrains calcaires et d'alluvion situés à des niveaux inférieurs, donnaient lieu à des différences marquées dans les mœurs, ainsi que dans les degrés de bien-être et d'intelligence de ceux qui les habitaient. L'histoire même des langues, et les migrations des espèces, avaient, prétendait-il encore, été déterminées par la direction de telles ou telles couches particulières. Les qualités de certaines pierres à bâtir devenaient pour lui, quelquefois, l'occasion d'un long discours sur l'architecture de différentes époques et de différents peuples; comme aussi la géographie physique d'un pays l'amenait souvent à traiter de la tactique militaire.] Le charme de ses manières et son éloquence excitaient l'enthousiasme de ses élèves, au point que plusieurs d'entre eux, qui n'avaient eu d'abord d'autre ambition que d'acquérir quelques notions superficielles de minéralogie, se devouaient, une fois qu'ils l'avaient entendu, à l'étude de cette science, comme à la principale affaire de leur vie. Ce fut ainsi qu'en peu d'années une petite école des mines jusqu'alors inconnue en Europe, s'éleva au rang d'une grande université, où des hommes déjà distingués dans la science se rendaient des pays les plus éloignés pour entendre le grand oracle de la géologie, dont ils avaient étudié la langue dans la seule intention de pouvoir le comprendre (457).

Werner avait la plus grande antipathie pour le travail mécanique de l'écriture; aussi à l'exception d'un traité important sur la *Formation des filons*, ne put-il jamais se résoudre à écrire qu'un petit nombre de mémoires, lesquels encore ne contiennent aucun développement de ses opinions générales. Quoiqu'il fût d'une modestie excessive, et que cette modestie allât même quelquefois jusqu'à la timidité, il se livra aux généralisations les plus hardies et les plus tranchantes, et sut inspirer à tous ses disciples une foi implicite dans ses doctrines. Leur admiration pour son génie, et les sentiments de reconnaissance et d'amitié que tous ils éprouvaient pour lui, étaient sans doute bien mérités; mais la suprême autorité qu'il exerça sur les opinions de ses contemporains fut quelquefois préjudiciable au progrès de la science, au point de balancer les avantages qu'elle retirait de ses talents. S'il est vrai que l'éloquence soit la première, la seconde et la troisième chose nécessaire à un orateur populaire, il est tout aussi vrai que les voyages sont la première, la seconde et la troisième condition de succès pour ceux qui désirent acquérir des notions étendues et précises sur la structure du globe terrestre. Or, Werner n'avait pas voyagé dans des pays éloignés; il s'était borné à explorer une petite portion de l'Allemagne, et de là l'erreur dans laquelle il tomba et qu'il fit partager aux autres, savoir, que la surface entière de notre planète et toutes les chaînes de montagnes qui existent dans le monde, n'étaient que la représentation de ce qu'on observait dans son propre pays. Bientôt le désir de confirmer les généralisations de cet illustre maître, et de découvrir jusque dans les parties les plus éloignées du globe les *formations universelles* qu'il supposait avoir été, à diverses reprises, simultanément précipitées d'un dissolvant commun, *fluide chaotique*, sur toute l'étendue de la terre, devint le but principal de l'ambition de tous ses élèves. Mais il paraît que le professeur saxon s'était trompé dans l'interprétation de plusieurs phénomènes des plus importants, parmi ceux mêmes qu'il avait observés dans le voisinage de Freyberg. Ainsi, par exemple, le porphyre que l'on rencontre à une journée de distance de son école, et auquel il avait donné le nom de porphyre primitif, fut reconnu depuis, non-seulement comme envoyant des dykes et des veines dans les couches de la formation houillère, mais encore comme recouvrant en masse ces mêmes couches. D'un autre côté, il demeure avéré aujourd'hui que le granit des montagnes du Hartz, que Werner croyait être le noyau de la chaîne, traverse les autres couches jusqu'à Goslar; en même temps que dans l'Erzgebirge, plus près de Freyberge encore, le micaschiste, au lieu de recouvrir le granit, ainsi qu'on l'avait supposé, vient abuter brusquement contre cette roche. De plus, M. de Seekendorf a trouvé récemment dans le granit du Hartz, des fragments de grauwachke schisteuses, renfermant des débris organiques.

Le principal mérite du mode d'enseignement de Werner consistait à diriger invariablement l'attention de ses disciples sur les rapports constants qui se manifestent dans la superposition de certaines masses

(457) Cuvier, *Eloge de Werner.*

minérales ; mais, ainsi qu'on l'a vu, plusieurs géologues italiens et autres l'avaient devancé dans la découverte de cette loi générale. Quant aux principales divisions des couches secondaires établies par le célèbre professeur William Smith, auteur anglais, à l'ouvrage duquel je reviendrai dans un instant, en fit, vers le même temps, de son côté, la base d'une classification des couches britanniques.

Si à l'égard du basalte et des diverses autres roches ignées, la théorie de Werner avait une certaine originalité, il faut bien convenir aussi que, d'un autre côté, elle ne laissait pas d'être extrêmement erronée. Les basaltes de Saxe et de Hesse, sur lesquels ont porté plus particulièrement ses observations, consistaient en masses tabulaires qui recouvraient la partie supérieure des collines, et n'avaient aucune liaison avec les niveaux des vallées actuelles, comme plusieurs des formations basaltiques de l'Auvergne et du Vivarais. Suivant lui, ces basaltes n'étaient, ainsi que toutes les autres roches de la même famille qui pouvaient se trouver ailleurs, que des précipités chimiques résultant des matières tenues en dissolution dans l'eau. Non-seulement il niait qu'ils fussent les produits de volcans sous-marins, mais il allait même jusqu'à soutenir que dans les premiers âges du monde il n'y avait pas de volcans du tout. Sa théorie était doublement opposée à la doctrine qui admettait l'action permanente des mêmes causes; car, outre qu'il introduisait sans scrupule, dans son système, plusieurs causes imaginaires qui, après avoir produit jadis de grandes révolutions dans l'intérieur de la terre, avaient, à la longue, cessé d'agir, il en faisait aussi intervenir de nouvelles, dont l'action n'avait commencé à se manifester que dans les temps modernes. Parmi celles-ci, il faisait figurer au premier rang les feux souterrains, qu'il considérait avec raison comme étant la cause de changement la plus énergique.

Dès l'année 1768, et avant, par conséquent, que Werner eût commencé ses études minéralogiques, Raspe avait reconnu d'une manière très-positive l'origine ignée des basaltes de Hesse. D'une autre part, Arduino avait, ainsi que nous l'avons déjà vu, signalé l'analogie qui existe entre les nombreuses variétés de trapps du Vicentin et les produits volcaniques, et de cette analogie il avait conclu que la formation de ces trapps devait être attribuée à d'anciennes irruptions sous-marines. En 1766, Desmarest, conjointement avec Fortis, étudia le Vicentin, et confirma les opinions d'Arduino. En 1772, Banks, Solander et Troïl, comparèrent le basalte colomnaire de l'Hécla avec celui des Hébrides. Collini, en 1774, reconnut la véritable nature des roches ignées situées sur les bords du Rhin, entre Andernach et Bonn. En 1775, Guettard visita le Vivarais, et établit le rapport qui existe entre les courants basaltique et les laves. Enfin, en 1779, Faujas publia sa *Description des volcans du Vivarais et du Velay*, et fit voir de quelle manière les courants du basalte s'étaient échappés de cratères qui, aujourd'hui encore, se trouvent dans un si bel état de conservation (458).

De saines opinions sur la nature véritable des anciens trapps régnaient depuis vingt années en Europe, lorsque Werner, par le seul fait de son autorité, occasionna à cet égard un mouvement rétrograde dans les esprits, non-seulement en renversant une théorie vraie, mais en y substituant, en outre, la doctrine la plus antiphilosophique qu'on pût imaginer. La prépondérance soutenue de ses dogmes, relativement aux roches en question, était d'autant plus surprenante, qu'une multitude de faits nouveaux, et tous plus frappants les uns que les autres, s'accumulaient journellement en faveur des opinions vraies qui dominaient avant les siennes. Après s'être livré à un examen très-attentif de l'Auvergne, Desmarest s'occupa de classer par âges les divers volcans qu'on y observe. Il les divisa en trois époques, et rangea dans la première les plus récents, ou ceux dont les cratères sont encore entiers. Les laves que ces volcans ont jetées forment des courants qui se sont répandus dans les plaines voisines, en se moulant sur les inégalités de la surface du sol. Dans la seconde, il comprit ceux où les cratères ont disparu totalement, où les courants sont placés à la superficie des plaines élevées, et où différentes portions de ces courants sont séparées par des vallons larges et profonds. Dans la troisième, enfin, il plaça ceux qui, plus anciens encore que les autres, ne laissent apercevoir aucune trace de cratères ni de scories. Il remarque, en outre, que les matières qui constituaient ces derniers offraient la plus grande analogie avec certaines roches situées dans d'autres parties de l'Europe, mais dont l'origine volcanique était contestée par l'école de Freyberg (459).

La carte d'Auvergne de Desmarest est un ouvrage d'un mérite peu ordinaire. La première chose qu'il fit, en entreprenant cette tâche, fut le relèvement trigonométrique du pays ; puis il traça la partie relative à la géographie physique, travail dont il s'acquitta avec une exactitude rigoureuse et un talent graphique admirable. Il essaya en même temps de représenter, sans l'aide des couleurs, une infinité de détails géologiques, tels, entre autres, que les différents âges, et même quelquefois la structure des roches volcaniques, qu'il trouvait moyen de distinguer des roches granitiques et des formations d'eau douce. Ceux qui ont soigneusement étudié l'Auvergne, et suivi les traces des différents courants de lave qu'on y rencontre, depuis les cratères qui les ont pro-

(458) Cuvier, *Eloge de Desmarest.*

(459) *Journ. de phys.*, vol. XIII, p. 118 et suivantes *Voy.* aussi les *Mém. de l'Inst.*, Sciences mathémat. et phys., vol. VI, p. 219.

duits jusqu'à leurs limites; qui ont observé les divers chapeaux basaltiques isolés qui s'y trouvent; les rapports de certaines laves avec les vallées actuelles; l'absence de ces rapports dans quelques cas; ceux-là, dis-je, peuvent seuls apprécier l'extrême fidélité de ce travail, que tout, en vérité, concourait à rendre aussi intéressant que possible; car, indépendamment de ce qu'aucune autre région d'une pareille étendue, en Europe, n'offrait peut-être une série de phénomènes aussi variés et aussi magnifiques que l'Auvergne, il a appartenu à Desmarest de réunir tous les genres d'instruction nécessaires à l'accomplissement d'une tâche aussi difficile, tels que les connaissances mathématiques qu'exige la construction d'une carte, celles qui caractérisent le minéralogiste éminent, et, de plus, une habileté peu commune en fait de généralisation.

Dolomieu, autre contemporain de Werner, avait trouvé des basaltes prismatiques parmi les anciennes laves de l'Etna. En 1784, il observa les alternances de laves sous-marines et de couches calcaires que présente le Val di Noto, en Sicile, et décrivit, en 1790, les phénomènes du même genre qu'on remarque dans le Vicentin et dans le Tyrol. Montlosier publia, en 1788, un essai sur la théorie des volcans d'Auvergne, ouvrage où à des observations locales extrêmement exactes se trouvent réunies des vues assez étendues. Cependant, qui le croirait? Malgré tant de faits évidents, les disciples de Werner n'en restèrent pas moins disposés à défendre ses opinions envers et contre tous, allant jusqu'à soutenir, dans la plénitude de leur foi, que l'obsidienne même était un précipité aqueux. Aveugles qu'ils étaient, par leur vénération pour le grand professeur, ils brûlaient d'impatience de voir la lutte s'ouvrir entre eux et leurs adversaires. De leur côté, les Volcanistes ne furent pas longtemps sans éprouver une disposition semblable. Le ridicule et l'ironie devinrent les armes favorites des deux sectes rivales, qui, s'en servant de préférence à de bonnes raisons, finirent par donner à leur controverse un caractère d'amertume dont, jusqu'alors, les questions relatives aux sciences physiques n'avaient, en quelque sorte, offert aucun exemple. Desmarest seul, qui depuis longtemps tenait en réserve une ample provision de matériaux pour réfuter cette théorie, restait en dehors de la dispute; si bien que chaque fois qu'un neptuniste zélé cherchait à l'engager dans quelque discussion, il se contentait de lui répondre : « Allez et voyez (460). »

Il serait sans exemple qu'une guerre, ayant pour motif quelque matière grave, eût éclaté sur le continent avec l'énergie, pour ne pas dire la fureur, qui caractérisa la lutte dont il s'agit, sans que les habitants de l'île voisine de la France y eussent pris part. Quoique, en Angleterre, les esprits ne fussent pas dominés par l'influence personnelle de Werner, ceux que leurs connaissances mirent à même de s'associer à la discussion, soutinrent le côté faible de la question, s'efforçant de trouver quelques bonnes raisons pour justifier leur enthousiasme en faveur des erreurs du théoricien allemand. Pour aider le lecteur à comprendre les motifs particuliers de ceux qui, poussés par l'esprit de parti ou par d'autres vues, entrèrent dans la lice, il est nécessaire de mettre sous ses yeux l'esquisse des opinions professées par Hutton, contemporain du géologue Saxon. Hutton avait reçu une éducation conforme à l'état de médecin, qu'il devait embrasser; mais, ne se sentant point de goût pour cette profession, il résolut, tout jeune encore, de se contenter de la position modeste, mais indépendante, que lui avait assurée l'héritage de son père, et de s'adonner entièrement à l'étude des sciences. Il résidait à Edimbourg, où il se trouvait entouré de plusieurs hommes d'un mérite éminent, qui, tous attirés par la simplicité de ses mœurs et la sincérité de son caractère, étaient devenus ses amis. Son amour pour la science, qui ne se démentit jamais, l'engagea à faire de fréquentes excursions dans différentes parties de l'Angleterre et de l'Ecosse, ce qui lui donna l'occasion d'acquérir une habileté peu commune comme minéralogiste, et d'étendre les grandes et belles idées qu'il avait comme géologue. Il communiquait les résultats de ses observations sans la moindre réserve, et avec l'abandon qui convient à un homme qui n'a d'autre mobile que l'amour de la vérité. En 1788, lorsque ses idées lui semblèrent assez mûres, il publia sa *Théorie de la terre* (461), la même que plus tard, en 1795, il développa d'une manière bien plus complète dans un ouvrage séparé. Ce traité est le premier dans lequel il ait été déclaré que la géologie est tout à fait étrangère aux *questions relatives à l'origine des choses;* le premier dans lequel ont ait tenté d'écarter entièrement toute cause hypothétique, et tâché d'expliquer les anciens changements de l'écorce terrestre par l'action exclusive d'agents naturels. Hutton s'efforça d'établir, pour sa science favorite, des principes aussi bien déterminés que ceux que Newton avait appliqués à l'astronomie; mais malheureusement la géologie n'était pas encore assez avancée pour fournir à aucun naturaliste, quel que fût d'ailleurs son génie, les données nécessaires à la réalisation d'un tel but.

La structure actuelle de notre planète, dit Hutton, *révèle les ruines d'un monde ancien. Ainsi, par exemple, tout atteste que les couches, dont sont formés nos continents, ont jadis séjourné sous la mer, et que les matériaux dont elles se composent proviennent des débris de continents préexistants. D'un autre côté,*

(460) Cuvier, *Eloge de Desmarest.*
(461) *Ed. phil. trans.*; 1788 (*Transactions philosophiques d'Edimbourg.*)

non-seulement les forces qui agissent aujourd'hui sont les mêmes que celles qui agissaient autrefois, mais, de plus, elles se comportent exactement de la même manière, détruisant tout, jusqu'aux roches les plus dures, soit par voie de décomposition chimique, soit à l'aide d'une action mécanique violente, et transportant les matériaux qu'elles ont déplacés, jusqu'à la mer, où ceux-ci se disséminent et donnent naissance à des couches analogues à celles d'autrefois. Bien que sans consistance au moment où s'opère leur dépôt sur le fond de la mer, les couches ainsi produites subissent plus tard différentes modifications dues à la chaleur volcanique, qui les solidifie, les soulève, les fracture et les contourne en tous sens.

Quoique Hutton n'eût jamais exploré de régions de volcans en activité, il ne formait pas le plus léger doute sur l'origine ignée du basalte et de divers autres trapps; il était, en outre, convaincu que plusieurs de ces roches avaient été injectées à l'état de fusion, dans des fissures de couches anciennes, et il attribuait leur compacité, ainsi que la différence d'aspect qu'elles présentent avec les laves ordinaires, à ce que leur refroidissement s'était opéré sous la pression de la mer. Dans la vue d'éloigner toutes les objections soulevées contre cette théorie, sir James Hall, son ami, entreprit une suite d'expériences des plus curieuses et des plus instructives, tendant à montrer l'arrangement cristallin et la texture qu'affecte la matière en fusion, quand elle se refroidit sous une haute pression.

Le défaut de stratification du granit, et son analogie, sous le rapport du caractère minéralogique, avec d'autres roches que Hutton considérait comme étant d'origine ignée, le portèrent à conclure que le granit provenait aussi de matières qui avaient été fondues. Toutefois il comprit que ce fait ne pouvait être pleinement confirmé que s'il parvenait à découvrir, au contact du granit et des couches voisines de cette roche, des phénomènes semblables à ceux que présentent si constamment les trapps. Résolu de soumettre sa théorie à cette épreuve, il se rendit aux monts Grampians, et s'y livra à l'examen le plus attentif de la ligne de jonction du granit et des masses stratifiées qui lui sont superposées. Enfin, en 1785, ses efforts furent couronnés d'un succès complet : il trouva dans le Glen-Tilt les preuves les plus frappantes et les moins équivoques de la justesse de ses opinions. Là s'offrent à la vue des veines de granit rouge, qui, en se dégageant de la masse principale, traversent le schiste micacé noir et le calcaire primaire. La couleur et l'aspect des couches stratifiées, coupées par le granit, diffèrent tellement de ceux de cette roche, qu'ils rendent très-sensible l'exemple qu'on observe dans cette localité. De plus, l'altération du calcaire en contact avec le granit offre une analogie parfaite avec celle qui résulte du voisinage des veines de trapps par rapport aux strates calcaires. Ce fait, qui venait confirmer son système, lui causa une satisfaction si vive, que, suivant son biographe, les guides qui l'accompagnaient crurent, à en juger par les démonstrations de joie auxquelles il se livra, qu'il avait découvert une mine d'or, ou tout au moins d'argent (462). Sachant fort bien que la même théorie ne pouvait pas servir à expliquer l'origine des schistes *primaires*, terme qu'il employait de préférence à celui de *primitifs*, Hutton était assez porté à considérer ces schistes comme formés par voie de sédiment, puis altérés par la chaleur, et comme provenant originairement de la décomposition de roches antérieurement existantes.

A l'aide de la découverte importante de ces veines de granit, où l'avait conduit, par induction, une classe de faits entièrement à part, Hutton ouvrit la voie à des idées complétement nouvelles. Vallisneri avait signalé le fait général de l'existence de certaines roches ne renfermant aucun débris organique, et il en avait conclu que la formation de ces roches devait avoir précédé la création de tout être vivant. Moro, Generelli, et plusieurs autres auteurs Italiens, adoptèrent la même opinion. De son côté, Lehmann regardait les montagnes qu'il avait appelées primitives comme autant de parties du noyau originel du globe. Ce principe était devenu un article de foi dans l'école de Freyberg; et s'il arrivait que l'on témoignât le moindre doute sur la possibilité de faire remonter les recherches géogéniques à l'origine de l'état actuel des choses, on en appelait avec triomphe aux roches granitiques. Il semblait que sur ces roches était écrite en caractères distincts cette inscription mémorable :

Dinanzi a me non fur cose create,
Se non eterne (463).

On peut se figurer, d'après cela, quelle sensation produisit Hutton, lorsqu'il essaya de porter une main sacrilége sur des caractères que déjà tant de gens regardaient comme sacrés. « Je ne puis, disait le géologue écossais, trouver dans l'économie du monde, ni les traces d'un commencement, ni la perspective d'une fin, » déclaration qui parut bien plus alarmante encore, quand vint s'y joindre la doctrine qui admettait que tous les changements anciens du globe avaient été produits par l'action lente de causes encore existantes. L'imagination fatiguée des efforts qu'il fallait faire pour comprendre l'immense espace de temps nécessaire à l'anéantissement de tous les continents, par un procédé aussi insensible, n'entrevoyait, après avoir erré au milieu de ces interminables périodes, aucun point de repos, même à la distance la plus éloignée.

(462) Playfair's *Works* (*Œuvres* de Playfair), vol. IV, p. 75.

(463) « Avant moi rien ne fut créé
Sinon ce qui est éternel. »
(*L'enfer de* Dante, chant, III.)

Les roches les plus anciennes étaient considérées, non comme ayant été créées primitivement, dans l'état où elles sont aujourd'hui, mais comme provenant des débris d'autres roches plus anciennes encore. On les regardait, en outre, comme les dernières d'une série antérieure, qui, peut-être, elle-même, avait appartenu à quelque monde préexistant. De telles idées étaient, relativement à l'immensité des temps passés, comme celles auxquelles la philosophie Newtonienne avait donné naissance à l'égard de l'espace, c'est-à-dire, qu'elles étaient si vastes, que ce qu'elles offraient de sublime ne pouvait manquer de produire sur l'esprit humain un sentiment pénible, dû à son incapacité d'embrasser un plan d'une étendue aussi prodigieuse. Comment, en effet, contempler, sans un profond saisissement, la multitude innombrable de mondes qui, situés entre eux à d'énormes distances, se succèdent jusqu'aux confins de l'univers visible, où d'autres systèmes non moins nombreux se laissent encore faiblement apercevoir?

Le trait caractéristique de la théorie huttonienne consistait, ainsi que nous avons pu l'entrevoir déjà, dans l'exclusion de toutes les causes que l'on considérait comme étant en dehors de l'ordre actuel de la nature. Mais Hutton n'alla jamais au delà de ce qu'avant lui déjà, Hooke, Moro et Raspe avaient avancé sur les changements géologiques que pourraient occasionner les causes qui, de nos jours, donnent lieu aux mouvements souterrains, si un temps suffisant leur était accordé. Il semble, au contraire, être resté bien en arrière de quelques-unes de leurs idées, surtout lorsqu'il refuse d'admettre que les sédiments contribuent à modifier la configuration extérieure de l'écorce terrestre. Il imaginait que, dans le principe, les continents avaient été détruits graduellement par l'action de l'eau, et que, lorsque leurs ruines eurent fourni les matériaux nécessaires a la reproduction de nouveaux continents, ceux-ci furent soulevés par l'effet de quelques violentes convulsions. Or, une semblable théorie, exigeant la supposition d'une alternance de périodes de bouleversement général et de périodes de tranquillité, Hutton dut nécessairement admettre qu'un tel ordre de choses avait toujours existé et qu'il subsisterait toujours.

Dans son exposition du système de Moro, Generelli avait su beaucoup mieux concilier les faits observés avec le cours ordinaire de la nature; car, en même temps qu'il était d'accord avec Hutton, relativement à la destruction et à la reproduction continuelle des roches, et à la manière uniforme dont s'accomplissaient ces phénomènes, il considérait le rétablissement des montagnes par voie de soulèvement, c'est-à-dire, par l'effet d'un mouvement de bas en haut, comme étant le résultat d'une opération tout à la fois constante et synchronique. Envisagée séparément, aucune de ces théories ne satisfait à toutes les conditions du grand problème qu'un géologue, qui rejette les causes cosmologiques, est appelé à résoudre; mais il est du moins très-probable que dans leur ensemble elles renferment les germes d'un système complet. De même qu'on ne peut mettre en doute que des périodes de bouleversement et de tranquillité se sont succédé tour à tour dans toutes les régions du globe, de même aussi ne peut-on nier que, considérée par rapport au *globe terrestre entier*, l'énergie des mouvements souterrains a, suivant toute apparence, été constamment uniforme. Il se pourrait, en outre, que, durant une longue suite d'années, la force qui occasionne les tremblements de terre fût restée limitée, ainsi qu'elle l'est actuellement à certains espaces vastes, mais déterminés; puis, que se déplaçant graduellement, elle eût été se faire sentir en d'autres lieux, qui, après un repos de plusieurs siècles, fussent ainsi devenus à leur tour le théâtre de l'action souterraine la plus énergique.

L'explication proposée par Hutton et par Playfair, son commentateur, à l'égard de l'origine des vallées et des formations alluviales, était aussi très-incomplète. Ces deux géologues n'attribuaient aucune des inégalités de la surface terrestre aux mouvements qui ont accompagné le soulèvement des continents; ils supposaient qu'en général le creusement des vallées était dû à l'action séculaire des rivières qui y établissent leur cours, et semblaient oublier entièrement la force de transport et d'érosion que les vagues de l'Océan devaient nécessairement exercer sur les continents, durant leur émersion.

Bien que Hutton possédât en minéralogie et en chimie des connaissances très-étendues, il n'avait, à l'égard des débris organiques, que des notions fort limitées qui ne lui servirent, ainsi qu'elles l'avaient fait pour Werner, qu'à caractériser certaines couches, et à prouver leur origine marine. D'un autre côté, comme la théorie, qui admettait d'anciennes révolutions dans la vie organique, n'était pas encore complétement établie, il en résulta que beaucoup de gens refusèrent d'adopter l'hypothèse de Hutton, donnant pour raison qu'une doctrine, qui s'appuyait sur des périodes indéfinies, ne pouvait être admise sans le secours de preuves qui, ainsi que ces révolutions, fussent de nature à attester l'ancienneté du globe. Quelques-uns même, jugeant cette doctrine incompatible avec les vérités révélées, allèrent jusqu'à se livrer à des soupçons fort peu charitables sur les motifs de son auteur. Ils l'accusèrent d'avoir conçu le dessein de faire revivre le dogme païen d'une *succession éternelle*, et de nier que ce monde ait jamais eu un commencement. On trouve, dans la *Biographie de Hutton*, par Playfair, le commentaire suivant sur cette partie de leur théorie : « Dans les mouvements planétaires, là où l'œil de la géométrie a pénétré si avant, soit dans le passé, soit dans l'avenir, nous n'apercevons aucune trace du commencement ou de la fin de l'ordre de choses actuel. Je

dirai même qu'il serait déraisonnable de supposer que de pareilles traces pussent exister quelque part. L'auteur de la nature n'a pas donné à l'univers de lois qui, ainsi que les institutions humaines, portent en elles-mêmes les éléments de leur propre destruction. Il n'a point voulu que ses ouvrages eussent aucun symptôme d'enfance ou de vieillesse, ni qu'ils fussent empreints d'aucun signe à l'aide duquel il fût possible d'évaluer leur durée future ou passée. Bien que, suivant toute apparence, il *puisse mettre fin* au système actuel à un certain moment déterminé, *ainsi que très-probablement il lui a donné naissance aussi*, nous pouvons être bien assurés qu'une telle catastrophe ne sera jamais le résultat des lois aujourd'hui existantes, et que rien de ce qui est à notre portée ne peut nous la faire prévoir (464). »

L'esprit de parti qu'excitèrent contre elle les doctrines huttoniennes, et le manque avéré de sincérité et de modération qui signala la controverse relative à ces mêmes doctrines, ne pourront être justement appréciés du lecteur que s'il se rappelle l'état d'excitation où se trouvait, à cette époque, l'esprit public en Angleterre. En France, une certaine classe d'écrivains s'efforçait, depuis plusieurs années, à saper les bases de la religion chrétienne, dans la vue de diminuer l'influence du clergé. Leurs succès, auxquels vinrent encore s'ajouter les conséquences de la révolution, alarmèrent les esprits les plus résolus. Qu'on juge, d'après cela, de l'effet qu'un tel progrès dut produire sur les hommes timides, pour qui la moindre idée d'innovation était aussi redoutable que les fantômes qui parfois, dans un songe terrible, se présentent à un esprit malade.

Voltaire s'était emparé des découvertes modernes de la physique pour en faire une de ces armes puissantes avec lesquelles il savait si habilement répandre le ridicule sur les saintes Ecritures.

Ayant reconnu que les systèmes de géologie en vogue de son temps avaient été combinés de la manière la plus adroite pour s'accorder avec la Bible, et pour faire coïncider les faits observés avec le récit mosaïque de la création et du déluge, il n'en fallut pas davantage pour lui inspirer une prévention défavorable contre les géologues, dont il considérait la science comme une de celles que les théologiens avaient enrôlées avec le plus de succès dans leur cause (465). Sachant qu'on regardait encore, généralement, l'immense quantité de coquilles fossiles renfermées dans l'intérieur des continents, comme une preuve du déluge universel, il résolut d'ébranler cet article de foi, et chercha, dans la vue d'arriver à ce but le plus vite possible, à répandre des idées de scepticisme sur la nature réelle de ces coquilles, et à réhabiliter l'opinion qui les faisait considérer, au XVI^e^ siècle, comme des jeux de la nature. Quoiqu'il prétendît que les impressions végétales qu'on trouvait dans certaines couches provenaient de plantes véritables, il ne laissait pas, néanmoins, d'être parfaitement convaincu, ainsi que l'on peut en juger par son *Essai sur la formation des montagnes* (466), que les coquilles fossiles avaient réellement appartenu à des testacés vivants. Quelquefois, s'adressant aux esprits vulgaires, il changeait de manière de raisonner, et prétendait, au mépris de toute vraisemblance, et quoique connaissant fort bien la vraie nature des coquilles recueillies dans les Alpes, ainsi que dans diverses autres localités, qu'elles étaient originaires d'Orient, et qu'elles avaient été détachées des chapeaux de pèlerins venant de Syrie. Du reste, les nombreux essais qu'on a de lui sur différents sujets relatifs à la géologie sont tous de nature à fortifier les préjugés existants. Ils montrent que l'auteur ne connaissait pas l'état réel de la science; peut-être aussi accusent-ils son manque de sincérité (467). D'un autre côté, ceux qui, tout en sachant que ses attaques avaient pour but de discréditer les saintes Ecritures, ne connaissaient pas la vraie portée de la question, auraient fort bien pu considérer la vieille hypothèse diluvienne comme étant à l'abri de toute controverse, si, pour la combattre, Voltaire n'avait su trouver de meilleur argument que la dénégation de la nature réelle des débris organiques.

Ce n'est qu'en observant avec une attention soutenue les difficultés provenant de causes extérieures, que l'on peut expliquer la lenteur et la répugnance qui, en géologie, ne manquent jamais d'accompagner l'adoption des vérités les plus simples. Ainsi.

(464) Playfair's *Works*, vol. IV, p. 55.

(465) Il prétendait, en faisant allusion aux théories de Burnet, de Woodward, et de divers autres auteurs physico-théologiens, qu'ils voulaient de grands changements dans la scène du monde, comme le peuple en veut aux spectacles. « Chacun d'eux, » disait-il encore, « détruit et renouvelle la terre à sa mode, ainsi que Descartes l'a formée; car, la plupart des philosophes se sont mis sans façon à la place de Dieu; ils pensent créer un univers avec la parole. » (*Dissertation envoyée à l'Académie de Bologne, sur les changements arrivés dans notre globe.*) Cette critique, et bien d'autres encore, dirigées contre les cosmogonistes, n'étaient malheureusement que trop fondées.

(466) Dans cet essai, il dit : « Presque tous les naturalistes sont persuadés aujourd'hui que les dépôts de coquilles, au milieu de nos terres, sont des monuments du long séjour de l'Océan dans les provinces où ces dépouilles se sont trouvées. » Ailleurs encore, en parlant des coquilles fossiles de la Touraine, il admet leur véritable origine.

(467) Pour donner un exemple du désir qu'il avait de répandre du doute sur toute espèce de données géologiques, nous rapporterons le passage suivant : « On découvrit, ou l'on crut découvrir, il y a quelques années, les ossements d'un renne et d'un hippopotame, près d'Etampes, et de là on conclut que le Nil et la Laponie avaient été autrefois sur le chemin de Paris à Orléans; mais on aurait dû plutôt soupçonner qu'un curieux avait eu autrefois, dans son cabinet, le squelette d'un renne et d'un hippopotame. »

par exemple, on a vu plusieurs naturalistes habiles présenter les débris fossiles de certains animaux marins comme une des preuves les plus irrécusables d'un événement rapporté dans la Bible, et cette conclusion passer pour infaillible durant un siècle entier, et même plus, grâce à ce qu'elle favorisait d'anciennes opinions, que l'on était bien aise de voir renaître à l'aide de preuves nouvelles et inespérées. Plusieurs de ceux qui ne se laissèrent pas prendre à ces fausses apparences, se donnèrent bien de garde, toutefois, d'en détourner les autres, jugeant qu'une semblable erreur ne pouvait avoir qu'un bon résultat, et pensant, en agissant ainsi, ne commettre qu'une pieuse fraude.

Les choses restèrent dans cet état jusqu'à ce qu'une secte nouvelle vint enfin s'efforcer de détruire les idées erronées qui dominaient alors. Il est vrai que cette secte, apparaissant avec des idées hostiles aux saintes Ecritures, ne renversa les idées établies que pour les remplacer par d'autres non moins irrationnelles.

En Angleterre, les hérétiques vulcanistes se virent, peu après cette époque, en butte aux imputations les plus outrageantes. Pour comprendre toute la malveillance des persécutions dont ils furent l'objet, il faudrait nécessairement se reporter au moment où ces persécutions eurent lieu; car, bien qu'en tout temps les accusations d'incrédulité et d'athéisme laissent après elles quelque chose d'odieux, c'est surtout quand l'exaltation politique est portée à son comble, ainsi qu'elle l'était à l'époque dont il s'agit, que leurs effets sont le plus funestes. Pour donner une idée de la manière dont on appréciait ceux contre qui de pareilles accusations étaient dirigées, il suffira de dire que des hommes d'une réputation très-équivoque, sous le rapport de la morale, leur étaient généralement préférés dans le monde.

Je passerai sous silence les ouvrages d'un grand nombre de théologiens dont la susceptibilité, à l'égard de certains points qui excitaient alors la plus vive inquiétude dans l'esprit public, peut paraître excusable; je ne parlerai pas non plus de l'aimable poëte Cowper (468), que l'on serait très-étonné de voir prendre parti pour telle ou telle doctrine relative à la physique; mais parmi les auteurs qui se firent remarquer par leur intolérance, je placerai au premier rang plusieurs laïques qui eurent des droits réels à une réputation scientifique. Tels furent, entre autres, Williams, inspecteur des mines d'Edimbourg, qui, en 1789, publia une *Histoire naturelle du règne minéral*, ouvrage de beaucoup de mérite pour l'époque, et d'une grande utilité pratique sous le rapport des excellentes données qu'il renferme sur les couches de houille. Je dois dire cependant que, dans sa préface, il présente la théorie de Hutton sous un jour complétement faux, et qu'il accuse ce naturaliste d'avoir considéré toutes les roches comme n'étant autre chose que des laves différant de couleur et de structure les unes à l'égard des autres. Il lui reproche ensuite de s'être emparé de tout ce qui existe, pour en faire un appui à sa doctrine de l'éternité du monde, s'applique à faire ressortir l'influence pernicieuse de ces idées sceptiques, comme conduisant tout naturellement à l'incrédulité et à l'athéisme, et ne tendant à rien moins qu'à déposséder le souverain Créateur de l'univers de son emploi sublime (469).

Tout en n'étant pas dépourvu de connaissances assez étendues comme chimiste et comme minéralogiste, Kirwan, président de l'Académie royale de Dublin, ne laissa pas toutefois d'avoir, dans le monde savant, une réputation bien au-dessus de celle à laquelle son mérite lui donnait droit. Dans l'introduction de ses *geological essays* (essais géologiques), ouvrage publié en 1799, il dit que la *saine* géologie *ajoutait une nouvelle force* à la religion, et était appelée à dissiper certains systèmes athées ou impies, tels que ceux qui avaient été émis récemment (470). Il fut le défenseur outré de la théorie qui admet l'origine aqueuse de toutes les roches; et c'est tout au plus si Burnet et Whiston allèrent aussi loin que lui dans les efforts qu'ils tentèrent pour faire des écrits de Moïse un rempart à leurs opinions.

Deluc, dans le Discours préliminaire de son *Traité de géologie* (471), dit : *Les armes de ceux qui attaquent la religion révélée ont changé, et il faut y conformer sa défense : on l'attaque par la* GÉOLOGIE, *et c'est nécessairement une science à acquérir par les théologiens.* Le même auteur attribue le défaut de durée ou le manque de succès des anciens systèmes géologiques, à leur nature antimosaïque, et à l'esprit contraire à la *sublime tradition*, dans lequel ils étaient conçus. Ces suppositions, qui, de même que plusieurs autres assertions analogues, se trouvent répétées dans les ouvrages de Deluc, semblent avoir été confirmées par quelques auteurs modernes; cela fait que, dans l'intérêt de la justice, nous croyons devoir déclarer qu'aucun des divers géologues dont nous venons de passer les ouvrages en revue, ne s'est rendu coupable d'efforts tendant à détruire les dogmes de l'Ecriture, à l'aide d'arguments réellement empruntés à la saine physique.

Hutton répondit aux attaques de Kirwan non-seulement avec la plus vive chaleur, mais encore avec toute l'indignation que devaient lui faire éprouver des reproches aussi peu mérités que ceux qui lui étaient adressés. *Il avait toujours témoigné*, dit Playfair, *une profonde admiration pour l'intention bienfaisante qui se manifeste dans l'or-*

(468) *The task*, book III. *The garden* (*La tâche*, livre III, *Le jardin*).

(469) *La tâche*, livre III, *Le jardin*, p. 59.

(470) *Introduction*, p. 2.

(471) Paris, 1809.

dre de l'univers; et il affectionnait par-dessus tout, dans sa théorie, ce qui pouvait répandre quelque clarté sur les causes finales. Pour ce qui regarde Playfair personnellement, on peut dire, sans manquer à la vérité, qu'il n'existe point d'ouvrages scientifiques anglais qui contiennent des passages plus éloquents que les siens sur la grandeur et l'harmonie que l'on remarque jusque dans les moindres détails de la création : aussi, peut-on dire de ces ouvrages qu'ils sont l'expression sincère d'un esprit qui s'attache à l'étude de la nature comme à ce qu'il y a de plus propre à nous porter vers la contemplation de la cause première de tout ce qui existe. Dans tout autre moment, l'élégance et l'énergie du style de Playfair auraient assuré aux théories huttoniennes la plus grande popularité; mais, par une coïncidence singulière, le neptunianisme et l'orthodoxie étaient alors rangés sous la même croyance, et le préjugé dominait à tel point, que la majorité se trouva entraînée à admettre l'hypothèse du fluide chaotique, ainsi que plusieurs autres idées cosmologiques de Werner. Ces fictions, le professeur saxon les avait empruntées de ses prédécesseurs, sans les améliorer en aucune façon, et même sans les modifier d'une manière notable. Quant à la tolérance avec laquelle elles furent accueillies, on ne peut l'attribuer, qu'à ce que, ne reposant ni sur l'Ecriture, ni sur des données que le bon sens pût admettre, on les considérait comme trop conjecturales et trop dénuées de fondement, pour craindre qu'elles pussent jamais heurter bien vivement les préjugés existants.

Suivant Deluc, la première distinction essentielle à faire entre les divers phénomènes qui se manifestent à la surface de la terre, consistait à déterminer les résultats des causes actuelles et ceux dont les causes ont cessé d'exister. Il supposait que la forme et la composition de la masse de nos continents devaient, ainsi que leur élévation au-dessus du niveau de la mer, être attribuées à des causes qui n'agissaient plus, et que la mise à sec de ces continents avait eu lieu à l'époque peu ancienne de la retraite subite de l'Océan, dont les eaux avaient pris place dans des cavités souterraines. Il pensait aussi que les roches, qui composent la croûte de la terre, avaient commencé à se former dans le temps où le granit s'était précipité d'un certain liquide primordial; qu'ensuite, d'autres couches renfermant des restes d'êtres organisés s'étaient déposées à leur tour, jusqu'à ce qu'enfin la mer actuelle, formant en quelque sorte le résidu du liquide primordial, cessât de produire des couches minérales (472). *Voy.* DELUC.

Tandis que les opinions des écoles rivales de Freyberg et d'Edimbourg faisaient grand bruit et étaient chaudement soutenues par de zélés partisans, les travaux de Williams Smith, ingénieur anglais, privé des avantages de la fortune et de ceux que procure dans le monde une position élevée, étaient à peine remarqués. Cet auteur publia d'abord, en 1790, son *Tableau des couches britanniques*, dans lequel il proposa un mode de classification applicable aux formations secondaires de l'ouest de l'Angleterre. Bien qu'entre Werner et Smith il n'y ait jamais eu de communications relatives à leurs travaux, cet ouvrage fait voir que non-seulement son auteur avait, à l'égard des lois qui président à la superposition des roches stratifiées, des idées toutes wernériennes; mais, qu'en outre, il savait fort bien que l'ordre de succession de certains groupes n'était jamais interverti, et que, même en des points très-éloignés les uns des autres, ces groupes pouvaient être identifiés à l'aide des corps organisés qu'ils renferment.

Après la publication de l'ouvrage qui vient d'être cité, Smith s'occupa de la construction d'une carte géologique générale de l'Angleterre, travail, que par suite du grand désintéressement de son esprit il s'empressait de communiquer à tous ceux qui désiraient en avoir connaissance, ne craignant pas que ses idées fussent émises par d'autres que par lui, et fournissant au contraire, à ses contemporains, tous les moyens possibles de concourir à l'accomplissement de la tâche intéressante et laborieuse qu'il s'était proposée. Sa carte, complétement terminée en 1815, est un monument qui atteste tout à la fois un talent original et une persévérance vraiment extraordinaire; car, pour se mettre à même d'exécuter fidèlement un pareil travail, Smith n'avait pas craint d'explorer tout le pays à pied; et cela, non-seulement sans l'assistance d'aucun observateur qui l'eût précédé, mais encore sans aucun aide qui prît part à ses recherches. Il avait réussi, de plus, à classer par divisions naturelles toute la série si compliquée des roches britanniques. D'Aubuisson, un des élèves les plus distingués de Werner, paya un juste tribut d'éloges à ce travail remarquable, en faisant observer que *ce que plusieurs minéralogistes célèbres avaient mis un demi-siècle à faire pour une petite partie de l'Allemagne, un seul homme l'avait exécuté pour l'Angleterre entière* (473).

Werner fut obligé de créer un nouveau langage pour désigner les subdivisions de roches qu'il introduisit dans la science. Quelques-uns de ses termes techniques, tels que ceux de grauwache, de gneiss et plusieurs autres, furent admis dans tous les pays de l'Europe. Quant à Smith, il appliqua à sa nomenclature un grand nombre de noms locaux anglais, dont la résonnance était souvent barbare, ainsi que l'on peut en juger par les désignations de gault, de cornbrash, de clunchclay, etc. Plusieurs de ses subdivisions conservent encore, dans les nomenclatures anglaises, la place qu'il leur a assi-

(472) *Traité élémentaire de géologie*; Paris, 1809.
(473) Voyez le mémoire du docteur Fitton, déjà cité, p. 116.

gnée; de sorte qu'il est facile d'en déduire ses droits de priorité par rapport à leur classification.

L'animosité, qui régnait entre les factions rivales de Saxe et d'Ecosse, en était venue au point que les dénominations de neptunistes et de vulcanistes équivalaient à des termes de reproche. Quant à la recherche de la vérité, elle était également négligée par les deux partis; car chacun d'eux avait bien plus à cœur de trouver des arguments favorables à sa propre cause ou contraires à celle de ses adversaires, que de concourir au progrès réel de la science. Sur ces entrefaites apparut une nouvelle école qui, s'appliquant à conserver la plus stricte neutralité et professant la plus complète indifférence pour les systèmes de Hutton et de Werner, consacra tous ses travaux à l'observation. La réaction provoquée par l'exaltation des sectes antagonistes disposa dès lors les esprits à une réserve extrême. Les idées hypothétiques firent place au doute et à l'incertitude; et, dans la crainte de s'exposer au soupçon de pencher pour un parti ou pour un autre, quelques géologues poussèrent le scrupule jusqu'à ne vouloir se faire aucune opinion sur les causes des phénomènes dont ils étaient témoins, et jusqu'à se montrer sceptiques dans les cas mêmes où les conséquences, qui découlent naturellement des faits observés, ne permettaient, pour ainsi dire, aucun doute.

Bien qu'à l'époque à laquelle ce changement eut lieu, la prévention contre toute espèce de théorie fût portée un peu trop loin peut-être, il n'en est pas moins vrai que rien, dans un tel moment, ne pouvait être plus heureux que l'interruption des nombreux essais qui, en si peu de temps, avaient été tentés à l'égard de ce que l'on appelait les *théories de la terre*. Mais, pour atteindre le but vers lequel tendait l'école dont il s'agit, une grande masse de données nouvelles devenait nécessaire. La société géologique de Londres, fondée en 1807, en fournit un bon nombre pour sa part. Multiplier et recueillir les observations, en attendre patiemment le résultat dans l'avenir, tel était le but que se proposaient les hommes de la nouvelle école. Ils avaient pour maxime favorite que le moment d'adopter un système général de géologie n'était pas encore venu, mais, que pour le hâter, on devait, durant plusieurs années, s'occuper exclusivement du soin de préparer aux générations futures les matériaux nécessaires pour arriver à cette fin. En ne cessant d'agir d'après ces principes, ils eurent en peu d'années entièrement désarmé les préjugés et mis la science qu'ils cultivaient à couvert de l'accusation d'être une science dangereuse, ou tout au moins imaginaire.

C'est, ainsi que l'a remarqué un auteur moderne célèbre, à trois des principales nations de l'Europe, l'Allemagne, l'Angleterre et la France, que trois des branches les plus importantes de la géologie ont dû, pendant le demi-siècle dernier, leur avancement successif (474). En effet, n'est-ce pas en Allemagne, là où, pour la première fois, les caractères minéralogiques des roches furent décrits avec précision par Werner, que l'étude systématique de ce que l'on peut appeler la géologie minéralogique prit naissance et se développa avec le plus d'activité? D'un autre côté, l'Angleterre n'a-t-elle pas le droit de revendiquer pour sa part le plus grand nombre des travaux que nécessita la classification des formations secondaires caractérisées par leurs fossiles? A ces travaux concoururent principalement Smith, dont nous parlions tout à l'heure, et plusieurs des membres les plus actifs de la Société géologique de Londres. Quant à la troisième branche de la science, celle qui se rapporte aux formations tertiaires, elle naquit en France, où elle dut son origine au magnifique ouvrage de Cuvier et Brongniart, publié en 1808, sous le titre d'*Essais sur la géographie minéralogique et sur les débris organiques des environs de Paris*.

Le langage technique de la science et les méthodes actuelles de classification peuvent encore nous faire reconnaître les différents pays où, à des époques diverses, ces trois branches distinctes de la géologie commencèrent à être cultivées. Ainsi, par exemple, de même qu'un très-grand nombre de roches et de minéraux simples ont conservé jusqu'à présent les noms allemands qui leur ont été donnés dans le principe, de même aussi les terrains secondaires observés en Europe ont continué à être désignés par des noms analogues aux types anglais, auxquels nous avouerons en passant qu'on les a trop exclusivement rapportés. Enfin, pour ce qui regarde les subdivisions qui, pour la première fois, ont été établies dans la série de couches du bassin de Paris, elles ont été considérées comme autant de groupes normaux auxquels on a cru devoir comparer tous les autres dépôts tertiaires de l'Europe, alors même que souvent rien ne justifiait ce rapprochement.

Nulle époque ne pouvait être plus favorable à la découverte d'un grand nombre de fossiles bien conservés dans le voisinage de Paris que le commencement du siècle actuel; car jamais, auparavant, l'histoire naturelle n'avait été cultivée avec autant d'enthousiasme dans cette capitale de la France. Les travaux de Cuvier en anatomie comparée, et ceux de Lamarck en conchyliologie, placèrent ces deux parties de la science à un rang auquel, jusqu'alors, on ne les avait pas jugées susceptibles de s'élever. Les investigations de ces savants eurent accidentellement pour effet de dissiper le préjugé qui avait longtemps prévalu relativement au défaut d'analogie qu'on supposait exister entre l'état ancien et l'état moderne du globe. Une comparaison attentive des espèces récentes et fossiles, et les conséquences déduites de cette comparaison par

(474) Whewell, *British critic* (*critique britannique*), n. xvii, p. 187, 1831.

rapport à leurs mœurs, accoutumèrent le géologue à regarder notre planète comme ayant été, à diverses époques successives, la demeure d'animaux et de plantes d'espèces différentes; les unes terrestres, les autres marines, d'autres, enfin, lacustres et fluviatiles. De telles considérations firent insensiblement disparaître les idées fantastiques de catastrophes et de confusion chaotique, auxquelles s'était livrée l'imagination des premiers cosmologistes. On découvrit des preuves nombreuses de la précipitation tranquille des matières sédimentaires, et du développement lent et progressif de la vie organique. Quand plusieurs auteurs, au nombre desquels était Cuvier lui-même, persistaient à soutenir *que le fil de l'induction était rompu* (475), ils professaient un dogme que dans la pratique ils étaient loin de confirmer, puisque, dans le rapprochement qu'ils établissaient entre les espèces récentes et fossiles, ils procédaient d'après les règles les plus strictes de l'induction. L'adoption des mêmes noms de genres, et quelquefois des mêmes noms d'espèces pour désigner les débris des animaux fossiles et leurs analogues vivants, était un point essentiel pour familiariser l'esprit avec la donnée de l'identité et de l'unité du système à des époques très-éloignées. C'était, en quelque sorte, reconnaître qu'une partie, au moins, des antiques annales de la nature était écrite en un langage vivant. L'importance croissante de l'histoire naturelle des débris organiques peut donc être considérée comme le trait caractéristique des progrès de la géologie durant le siècle actuel; car, indépendamment de ce que cette branche de la science est déjà devenue d'un immense secours dans la classification géologique, elle continue encore chaque jour à fournir de nouvelles données, propres à étendre et à agrandir les idées relatives aux anciennes révolutions du globe.

Quand on compare le résultat des travaux qui ont été exécutés pendant ces cinquante dernières années avec celui des observations faites dans le cours des trois siècles précédents, on ne peut s'empêcher de prévoir le haut degré d'avancement auquel, suivant toute probabilité, la géologie est appelée à parvenir, non-seulement dans la suite des temps, mais à l'aide même des efforts de la génération actuelle. Jamais peut-être, en un aussi court intervalle, aucune science, si ce n'est l'astronomie, ne mit au jour un si grand nombre de vérités nouvelles et imprévues, et ne renversa autant de préjugés. Ainsi, par exemple, de même que l'illusion de nos sens nous fit considérer la terre comme étant en repos, jusqu'à ce qu'après bien des siècles l'astronome eût reconnu qu'elle était emportée dans l'espace avec une inconcevable vitesse, de même aussi la surface de notre planète fut regardée comme n'ayant éprouvé aucune altération depuis sa création, jusqu'au moment où, à son tour, le géologue eût constaté que non-seulement elle avait été jadis le théâtre d'innombrables changements, mais que, de plus, elle était encore, à présent, sujette à de lentes, mais incessantes fluctuations. La découverte d'autres systèmes que le nôtre dans les régions sans bornes de l'espace fut le triomphe de l'astronomie. Reconnaître le même système à travers plusieurs transformations, l'entrevoir, à diverses époques successives, orné de vallées, de montagnes, de mers, de lacs respectivement différents, suivant chacune de ces époques, et peuplé d'habitants nouveaux; tel fut le fruit, telle fut la noble récompense des recherches géologiques. Le géomètre mesure les régions de l'espace et les distances relatives des corps célestes; quant au géologue, c'est le temps qu'il compte. Pour évaluer les myriades de siècles qui passent sous ses yeux, ce n'est pas l'arithmétique qu'il emploie, mais certains symboles, présentant à l'esprit des idées mieux définies de l'immensité du temps, que des figures ne pourraient le faire; c'est cette enchaînement d'événements physiques, cette longue suite de phénomènes qui, dès les périodes les plus reculées de l'histoire du globe, ont eu lieu soit dans le monde animé, soit dans le monde inorganique.

Pour ce qui regarde la question de savoir si nos recherches, relativement à l'histoire de la terre et à sa structure, seront, sous le rapport de l'utilité pratique, d'un aussi grand avantage pour le genre humain que la connaissance des cieux, c'est à la postérité seule qu'il appartient d'en juger. L'application de l'astronomie aux arts utiles ne leur devint réellement profitable que lorsque cette science se fut enrichie des observations recueillies dans l'espace de plusieurs siècles, et lorsqu'elle eut réussi à remplacer, par une théorie rationnelle, les préjugés qui dominaient avant elle. Quant à la géologie, outre qu'elle ne commença à être cultivée qu'à une époque de beaucoup postérieure à celle qui fut témoin des immenses progrès de l'astronomie, elle eut constamment à lutter contre les préventions les plus opiniâtres, chaque fois que, jusqu'à ce jour, elle chercha à se rapprocher de quelque principe basé sur une saine doctrine. Toutefois, les avantages pratiques qui en sont déjà résultés n'en ont pas moins une importance réelle. Pour ce qui est des généralisations auxquelles cette science a donné lieu, elles laissent encore beaucoup à désirer, et tout porte à croire que c'est à ceux qui viendront après nous que sont réservés les fruits les plus précieux de nos travaux. Quoi qu'il en soit, c'est pour nous qu'aura été le charme de la découverte; et si, pour explorer le noble et admirable champ offert à nos recherches, nous avions besoin de quelque encouragement, nous pourrions le trouver dans ce qu'a dit un grand historien de notre

(475) *Discours sur les révolutions de la surface du globe.*

époque, que *celui qui rappelle à la vie ce qui a cessé d'être, ressent une jouissance égale à celle de créer* (476).

GÉOLOGIE, *comment elle se distingue de la Cosmogonie.* — *Voy.* GÉOLOGIE.

GESNER. *Voy.* GÉOLOGIE.

GIRAFE, *première apparition.* — *Voy.* SUBAPENNIN.

GISEMENT DES FOSSILES HUMAINS. *Voy.* HOMME FOSSILE.

GLAIRE (M. l'abbé). — Dans le premier volume de l'ouvrage qu'il a publié sous le titre : *Les livres saints vengés*, M. l'abbé Glaire, professeur d'Ecriture sainte à la faculté de théologie de Paris, a donné l'interprétation suivante du premier chapitre de la *Genèse*.

I. Les interprètes, tant anciens que modernes, sont loin de s'entendre sur le vrai sens du récit dans lequel Moïse nous retrace l'origine de l'univers. Cependant, en bonne critique, ce désaccord ne devrait point tourner au préjudice du texte sacré lui-même, vu qu'un écrivain qui, comme Moïse, réunit évidemment tous les caractères de l'historien le plus sincère et le plus éclairé, n'est nullement responsable du manque de lumières de ses traducteurs et de ses interprètes. Quoi qu'il en soit, ce désaccord se manifeste dès le premier verset. En effet, on le traduit au moins de deux manières différentes (477); les uns le rendent par : *Au commencement* DIEU *créa le ciel et la terre;* et les autres le rattachent ainsi au verset suivant : *Au commencement que* DIEU *créa le ciel et la terre, la terre était informe et nue.*

La première de ces traductions se rapproche davantage des anciennes versions (478), et nous devons dire qu'elle est généralement adoptée. Cependant elle présente une difficulté qui a été justement remarquée. L'expression adverbiale *au commencement*, étant déterminée par l'article, se trouve nécessairement incomplète. Il est vrai que l'on considère comme sous-entendu les mots le *temps*, ou *toutes choses;* mais, outre que l'analogie de la langue sainte ne permet point une pareille ellipse (479), cette expression ainsi complétée serait tout à fait inutile, et formerait même un non-sens. Car, comme rien de ce qui peut servir à constituer le temps n'existait avant la création du ciel et de la terre, elle signifierait uniquement qu'*au commencement du ciel et de la terre*, DIEU *créa le ciel et la terre.* La traduction vague et indéterminée des Septante, *dans un commencement*, n'est pas plus satisfaisante, car, on a droit de demander : quel est ce commencement?

Dans l'hypothèse que cette expression dût se détacher de ce qui suit, on pourrait la traduire, comme le chaldéen, *dans des temps anciens, anciennement*, en considérant tout le verset comme un véritable sommaire, ce qui est assez dans le style de la Bible; mais il ne faut point se dissimuler que cette interprétation dénature le vrai sens du terme hébreu RESCHITH, qui signifie *commencement*, *origine* ou *principe*, comme l'a parfaitement rendu la Vulgate, et non point simplement *temps anciens*. Nous verrons aussi un peu plus bas à quelles erreurs a donné lieu cette manière d'envisager le premier verset de la Genèse comme une proposition isolée et complète en elle-même.

La seconde traduction, c'est-à-dire celle qui lie le premier verset au suivant, quoique généralement abandonnée aujourd'hui, nous a paru la seule conforme au texte hébreu, et en même temps la moins favorable à des inductions opposées à la saine doctrine. Sans entrer dans toutes les preuves de détail que nous pourrions alléguer, nous nous bornerons à dire que l'expression BERESCHITH ne se trouvant jamais ailleurs dans la Bible, sans être suivie d'un complément, ce serait violer les lois de l'herméneutique les mieux établies que de la détacher ici des mots qui suivent (480). Le vrai sens du texte original est donc littéralement : *Au commencement de* DIEU *créa le ciel et la terre* (*in principio quo* DEUS *creavit cœlum et terram*), *La terre était informe et nue;* ce qui est dire en d'autres termes, que lorsque le Tout-Puissant tira du néant le ciel et la terre, cette planète, loin d'être belle et ornée comme nous la voyons aujourd'hui, n'offrait au contraire que l'image de la nudité et du chaos le plus affreux.

Sans parler ni des interprètes juifs et protestants, ni de tous les catholiques qui ont admis cette explication, nous citerons cependant le P. Mariana. Le savant Jésuite explique les mots de la Vulgate : *In principio creavit*, en disant que l'hébreu signifie : *in principio creandi*, le prétérit étant mis pour le gérondif, comme dans Osée (I, 2), puis il ajoute : « Voici donc comment j'interprète ce passage : Au commencement du temps, lorsque DIEU créait le ciel et la terre, c'est-à-dire, tout ce que le ciel et la terre contiennent... la terre était, etc. (481). »

D. Calmet, après avoir dit que quelques nouveaux critiques, tels que Grotius, Vatable et plusieurs rabbins, voudraient que l'on traduisît : *Au commencement, lorsque* DIEU créa le *ciel et la terre, la terre était informe;* ou bien : *Avant que* DIEU *formât le ciel et la terre, la terre était informe*, ajoute : « Mais outre que ces traductions sont contraires à

(476) NIEBUHR'S *Hist. of Rome* (*Histoire romaine* de Niebuhr).

(477) Nous ne mentionnons en effet ici que les traductions qui ont été faites sur le texte primitif, pris dans son sens propre.

(478) La version des Septante a traduit *dans un commencement;* la paraphrase chaldaïque d'Onkelos, *dans des temps anciens.*

(479) T. Walther, dans ses *ellipses hebraicæ* p. 139, 140, cite bien quelques phrases dans lesquelles, selon lui, le mot *cŏl*, *tout*, est sous-entendu; mais nous pensons qu'il a mal analysé les unes, et que les autres n'ont pas de rapport avec celle qui nous occupe en ce moment.

(480) Les seuls passages où se trouve cette expession sont, d'après les concordances de Buxtorf, *Jer.* XXVI, 1; XXVII, 1; XXVIII, 1; XLIX, 34.

(481) MARIANÆ *in Genesim Scholia*, p. 1, 2.

la foi en favorisant l'opinion de l'éternité de la matière, elles sont aussi contraires au texte de Moïse, qui distingue ces deux propositions qu'on voudrait unir (482). »

Nous ne saurions admettre cette dernière assertion, pour les motifs que nous venons d'exposer. Quant à la précédente, elle ne nous paraît plus pas exacte ; car l'explication du P. Mariana n'a jamais été, que nous sachions, frappée d'aucune censure théologique. D'ailleurs, la conséquence que l'on tirerait de ces traductions en faveur de l'éternité de la matière, ne serait nullement logique. L'abbé de la Chambre, docteur de la société et de la maison de Sorbonne, dont la parfaite orthodoxie n'est pas suspecte, a émis sur la question présente, un sentiment opposé à celui de D. Calmet; voici ce qu'il dit dans son excellent *Traité de la véritable religion :* « Les interprètes sont partagés entre eux sur le sens qu'il faut donner au premier verset de la *Genèse*. Il y en a qui disent que Moïse enseigne que Dieu a tiré immédiatement du néant le monde visible. C'est pourquoi ils traduisent : *Lorsque le temps a commencé*, Dieu *créa le ciel et la terre; la terre, sortie de ses mains, était informe et toute nue.* D'autres, au contraire, prétendent que Moïse marque simplement que le monde, tel qu'il est aujourd'hui, n'est point éternel, sans déterminer si Dieu l'a tiré immédiatement du néant; c'est pourquoi ils traduisent : *Dans le moment*, ou *avant que* Dieu *créât le ciel et la terre, la terre était informe et toute nue.* Ces deux interprétations sont catholiques ; elles supposent l'une et l'autre que Dieu a tiré la matière du néant, mais elles diffèrent en ce point : la première dit que Dieu a tiré immédiatement du néant le ciel et la terre; et la seconde, au contraire, annonce que Dieu a tiré le monde d'une matière préexistante, qu'il avait auparavant fait sortir du néant (483). »

Ainsi, la traduction, qui rattache le premier verset de la *Genèse* au second, outre qu'elle est la seule qui rende fidèlement le texte primitif, n'implique nullement l'éternité de la matière; et par conséquent on ne saurait légitimement la condamner comme contraire à la foi. Mais passons à l'explication philologique des mots suivants dont le vrai sens a été encore l'objet de nombreuses et vives discussions.

II. C'est avec raison que la Vulgate a rendu le mot hébreu BARA par *creavit*, il a créé; car c'est l'idée de création qu'on attachait à ce mot dans la nation judaïque. Nous en avons la preuve la plus irrécusable dans ce beau passage où la mère des Machabées dit à un de ses fils que Dieu a créé de rien le ciel, la terre et tout ce qu'ils contiennent(484). De plus, la version arabe l'a traduit par un verbe qui signifie rigoureusement *créer*. C'est aussi le sens que lui ont attribué, d'un accord presque unanime, les rabbins les plus savants (485), les interprètes chrétiens, protestants et catholiques. Il serait inutile et superflu de reproduire ici leurs témoignages ; cependant il en est un que nous pouvons d'autant moins passer sous silence que son autorité doit être décisive pour la plupart de nos adversaires ; nous voulons parler de celui de W. Gesenius, si connu par son savoir philologique et ses principes rationalistes. Après avoir exposé les différents sens du verbe hébreu BARA, ce savant ajoute : Quelques-uns prétendent que de l'étymologie et de la signification propre de ce verbe on peut conclure que l'auteur du premier chapitre de la *Genèse* a voulu nous parler, non point de la création *ex nihilo*, mais d'une simple disposition de la matière, qui est éternelle. Cependant, d'après ce que nous venons de dire, il paraît clairement que ce verbe employé à la forme *kal* a une signification tout à fait différente de son sens primitif, et qu'il signifie la production d'un objet nouveau, plutôt que le simple arrangement et la simple disposition d'une matière déjà existante. D'ailleurs, la liaison du discours dans toute cette section prouve clairement que, dans le premier verset de la *Genèse*, il s'agit de la création première *ex nihilo* de ce monde à l'état informe et grossier, tandis que, dans les autres versets de ce même chapitre, il est question de la disposition et de l'arrangement de cette masse chaotique. C'est ainsi que l'ont entendu les rabbins, les écrivains du Nouveau Testament et la mère des Machabées, contrairement au sentiment de l'auteur du livre de la Sagesse (XI, 17), qui, imbu des doctrines des Grecs, suppose que la matière est éternelle (486).

On objecte, il est vrai, que les Septante n'ont pas cru que Moïse voulût parler d'une véritable création, puisqu'ils ont rendu l'hébreu BARA par *a fait*, mais cette conséquence paraît bien peu logique. Procope de Gaze se plaignait déjà de son temps, que quelques-uns, abusant de cette traduction des Septante, prétendaient que Moïse, instruit à l'école des Egyptiens, croyait que l'univers avait été formé d'une matière préexistante, et qu'il avait voulu nous inculquer ce sentiment en l'inscrivant au commencement de son livre (487). Mais cette difficulté, pour être an-

(482) CALMET, *Comm. litt. sur la Genèse*, p. 2, 3.

(483) *Traité de la vaie religion*, t. IV, p. 243, 244.

(484) *II Mach.* VII, 28. Le texte grec ne saurait être plus clair et plus précis · *e non jam existentibus fecit ea* Deus; ou bien selon le Ms. Alex. de Londres *non e jam existentibus.*

(485) Simon (*Hist. crit. du V. T.*, l. III, ch. 2) dit. « R. Aben-Esra dans son commentaire sur ce passage réfute l'opinion *de quelques* interprètes juifs qui expliquent ce verbe hébreu *produire* de rien. » Nous croyons devoir faire observer qu'il y a dans le texte du rabbin le *grand nombre*, la *plupart*.

(486) G. GESENII *Thesaurus philologicus criticus*, etc., p. 236. Cette dernière phrase de Gesenius contient une erreur; le contexte et le but de l'auteur de la Sagesse prouvent jusqu'à l'évidence que le sens de ce passage est, que non-seulement Dieu a créé la matière, mais encore qu'il l'a sagement disposée.

(487) *Voy.* les paroles de Procope, traduites en latin, dans J. H. HOTTINGER (*Hist. creat. examen théol. philolog.*, p. 18), et plus complétement dans les remarques que le P. Souciet a ajoutées à l'ou-

cienne, n'en est pas plus solide. En effet, il faut considérer qu'il en est en grec comme en hébreu, et généralement comme dans toutes les langues; l'usage permet et veut même que l'on donne à un mot une signification différente de celle que son étymologie semble exiger, et c'est pour avoir oublié ou négligé cette loi sacrée de linguistique, que l'on a voulu attribuer également au verbe BARA la signification de *créer*. C'est donc par l'usage que les Grecs ont fait du mot ποιεῖν qu'il faut juger du sens que les Septante ont réellement prétendu y attacher au premier verset de la *Genèse*. Or, c'est incontestablement un idiotisme de leur langue, que de se servir du verbe *faire* dans le sens de *créer*, et réciproquement d'employer le verbe *créer*, en lui donnant la signification de *faire*. Témoin cet article du symbole de Constantinople : *Je crois en un seul* DIEU, *créateur du ciel et de la terre;* article où le terme grec ποιητήν, à la lettre *factorem*, est pris nécessairement dans le sens de *creatorem;* personne n'oserait en douter.

D'un autre côté, en vertu du même principe de linguistique que nous venons d'invoquer, on donnait au mot, qui signifie proprement *créer*, le sens de *faire* une chose d'une autre qui existait déjà; l'auteur du livre de la Sagesse nous en fournit un exemple frappant, lorsqu'il dit : *Il n'était pas difficile à votre main toute-puissante, qui a créé tout le monde d'une matière informe*, etc. Les mots *tout le monde* désignent évidemment, en effet, tout ce qui a été tiré de la terre, et ces autres *matière informe*, ne pouvant s'appliquer qu'à la terre, laquelle était primitivement *informe et nue*, selon le texte même de la *Genèse*, il suit nécessairement que le verbe *créer* n'a ici d'autre sens que celui de *faire, produire* au moyen d'une matière déjà existante.

Beaucoup d'interprètes, tant catholiques que protestants, objectent encore que le terme hébreu BARA a été employé plusieurs fois dans le récit même de la création, pour les verbes *faire, former de quelque chose*, et que par conséquent il ne signifie point par lui-même *extraction du néant*. C'est en particulier le sentiment du P. Mariana, et celui de l'abbé de La Chambre, que nous avons déjà cités. Voici comment ce dernier s'explique sur cette question. « La force du mot hébreu BARA n'emporte pas avec elle *extraction du néant*. Il faut dire la même chose du mot latin *creare*, et du mot français *créer*. Souvent ces termes signifient simplement former d'une matière préexistante. C'est dans ce sens que saint Basile (488) a expliqué les paroles de Moïse. Il dit positivement qu'il y avait déjà quelque chose avant la formation du monde visible.... Il est inutile d'objecter que le mot BARA signifie *extraction du néant*. Moïse lui-même lui donne un autre sens. En parlant de DIEU, qui commande aux eaux de produire les poissons, il dit : *Le Seigneur créa de grands poissons* (*Gen.* I, 20, 21) ; *creavit* en latin et BARA en hébreu; or, il est clair qu'il ne les tira pas du néant puisqu'il les forma de l'eau (489). »

Il est vrai que les termes BARA, *creare, créer*, sont les seuls dont on puisse se servir pour exprimer l'*extraction du néant*. Mais, comme ils sont équivoques, on ne peut dire que Moïse leur a donné ce sens, à moins qu'il ne vienne nous dire lui-même que c'est sa pensée, ou qu'il n'y ait dans son discours quelque chose qui nous détermine à le croire. Or, Moïse ne dit rien qui puisse faire entendre que ce soit là sa pensée. Tertullien, en prouvant contre Hermogène que la matière est tirée du néant, convient, après avoir parlé des livres de Moïse, que l'Ecriture n'est point claire sur cet article, *non pronuntiavit Scriptura super hoc ex nihilo facta esse omnia* (490).

Sans chercher à ramener les textes cités de saint Basile et de Tertullien à un sens qui ne serait point défavorable à notre thèse, nous nous bornerons à montrer qu'on aurait tort de prétendre que le verbe BARA désigne, dans le récit cosmogonique, la simple conformation ou disposition d'une chose déjà existante. Nous en convenons pour la troisième forme ou conjugaison (*pihel*), mais nullement pour la première (*kal*). Car, quoi qu'on en dise, il n'est pas un seul exemple biblique de cette première forme où l'idée de création proprement dite ne se trouve renfermée; et, quant au passage (*Gen.* I, 21,) allégué par l'abbé de La Chambre, et, après lui, par Rosenmüller, il nous a paru bien mal choisi, vu qu'il s'agit, dans cet endroit, d'une véritable création. Le texte, en effet, ne dit pas que l'eau fût la matière *ex qua* de la formation et de l'organisation des poissons, comme il l'exprime si formellement, lorsque DIEU forma le corps de l'homme du limon de la terre (II, 7).

Rosenmüller n'a pas été plus heureux dans la citation du chap XLIII, 7, d'*Isaïe*, car, dans ce passage, l'éloquent prophète, loin de vouloir établir la synonymie de BARA et de YATSAR et HASÇA, marque, au contraire, la gradation de ces trois verbes, dont le premier désigne l'extraction du *néant ;* le second, la *formation*, la *disposition*, et le troisième, l'*achèvement*, la *confection pleine et entière*. A la vérité, plusieurs endroits de la *Genèse* (I, 26; II, 4) où il est question de l'origine du ciel, de la terre et de l'homme, semblent prou-

vrage de R. Simon, intitulé : *Critique de la* BIBLIOTHÈQUE DES AUTEURS ECCLÉSIASTIQUES *de M. Dupin.*

(488) *Homélie première sur l'ouvrage des six jours.*

(489) Ici le savant auteur ajoute : « Faut-il un passage plus formel? En voici un au-dessus de toute chicane : *Le Seigneur créa* (en hébreu *bara*) *l'homme du limon de la terre.* (*Gen.* II, 7). » C'est sans contredit par inattention que l'abbé de La Chambre a cité ce passage ; car le texte hébreu porte non point le verbe BARA, mais YATSAR, former, façonner.

(490) *Traité de la véritable religion*, t. IV, p. 244-247.

ver que BARA n'est que le synonyme de HASÇA, qui signifie *faire, former*. Mais si l'on examine avec attention ces passages, on verra aisément que les deux verbes ont pu être employés réciproquement l'un pour l'autre, sans qu'il y ait entre eux une véritable synonymie, car le ciel et la terre, étant, aussi bien que l'homme, composés de plusieurs substances, dont les unes ont été tirées immédiatement du néant, et les autres d'une matière déjà créée, Moïse a pu employer indifféremment les deux verbes pour marquer leur origine.

Enfin les critiques et les interprètes, dont nous venons de parler, soutiennent que BARA ne signifie point, dans son sens primitif, *tirer, extraire du néant, faire de rien* (*ex nihilo productio*), puisque même les auteurs grecs et latins, qui ont inventé le mot *créer* en leurs langues, n'ont pu lui attacher ce sens, d'autant plus que ce que nous appelons aujourd'hui *création* ou *production de rien* leur a été tout à fait inconnu (491).

C'est en effet une question qui a été fort agitée, que celle de savoir quel a été le vrai sentiment des anciens philosophes sur le dogme de la *création*. Mais cette question n'est-elle point indépendante de celle qui nous occupe en ce moment? Et serait-il bien logique, par exemple, de vouloir expliquer Moïse par Platon, c'est-à-dire de prétendre que le législateur des Hébreux n'a pu avoir des idées et des doctrines autres que celles du philosophe grec? Ainsi, il ne s'agit nullement de connaître l'idée exacte et précise que se formaient les païens de la création, mais plutôt de savoir comment Moïse et les Hébreux entendaient ce point de doctrine. Or, il faut s'aveugler volontairement pour ne point reconnaître que jamais terme obscur n'a reçu d'explication plus claire et plus satisfaisante que celui qui fait l'objet de cette discussion.

En effet, quel commentaire à la fois plus rigoureux et plus lucide que la formule même qui exprime la création des divers êtres qui reçoivent l'existence? DIEU *dit : Que la lumière soit*, et la lumière fut... DIEU dit encore : *Que la terre se couvre de verdure, et la terre se couvrit de verdure...* DIEU *dit aussi : Que les eaux fourmillent d'une multitude d'êtres animés; et que des oiseaux volent sur la terre et s'élèvent dans les airs.* Et DIEU *créa les grands poissons*, etc., *et toutes sortes d'oiseaux*. Il n'est pas possible, en effet, de mieux exprimer le pouvoir et l'acte créateur; la puissance divine opère par le seul vouloir, et sans employer ni matière, ni sujet, ni instrument.

Nous trouvons dans d'autres écrivains sacrés cette même explication du mot créer. Le Psalmiste, invitant les justes à célébrer les louanges du Seigneur, donne ce motif : *Il a parlé, et toutes choses ont été faites; il a commandé*, et elles ont été créées (492). Dans son beau cantique, Judith nous donne la même idée de la création lorsqu'elle s'écrie : *Que toutes vos créatures vous obéissent; car vous avez parlé, et toutes choses ont été faites; vous avez envoyé votre souffle, et elles ont été créées* (493). Au contraire, dans tous les écrits des philosophes anciens, on ne saurait nous montrer un seul passage où l'origine des choses soit racontée de cette manière. Et si l'on nous demande la raison de cette différence, nous répondrons que les Hébreux, étant le seul peuple de l'antiquité qui ait bien connu l'unité, la spiritualité, l'éternité et la toute-puissance de DIEU, sont aussi le seul peuple qui ait cru à la création proprement dite; l'un est la conséquence de l'autre. Aussi voyons-nous toutes les nations de la terre, qui n'ont point eu une notion juste et exacte de ces attributs de la Divinité, supposer que le monde est éternel, que DIEU est l'âme de l'univers, que les âmes humaines en sont une portion, et par une conséquence inévitable, que le monde n'a pas été tiré du néant, c'est-à-dire *créé* de rien.

Nos adversaires auraient voulu que pour exprimer la création sans équivoque, Moïse eût dit que *le monde avait été fait de rien*; mais qui ne voit au contraire l'amphibologie que présente cette expression? Les Juifs, auxquels son livre était destiné, hommes pour la plupart ignorants et grossiers, n'auraient-ils pas confondu (comme l'ont fait au reste des philosophes mêmes), la cause efficiente avec la matière *ex qua?* C'était un danger inévitable que le sage législateur devait prévenir.

Ou nous nous trompons d'une manière bien étrange, ou il résulte clairement de cette discussion que la philologie ne saurait nous fournir aucun argument solide contre le sentiment généralement reçu, que dans le récit de la cosmogonie mosaïque, le verbe BARA exprime la *création* proprement dite, l'*extraction du néant*.

Ce serait peut-être ici le cas de montrer que le mot ELOHIM n'implique point la pluralité des dieux; mais nous réservons cette discussion philologique pour le moment où, traitant de la création de l'homme, nous aurons à expliquer le pluriel du verbe *faisons*, dont le sujet est DIEU.

III. Les mots *ciel* et *terre*, qui forment le complément du verbe dans le premier verset de la *Genèse*, étant en hébreu déterminés par l'article, et précédés de la particule ETH, terme primitivement et proprement démonstratif, mais qui le plus souvent ne se traduit pas, signifient nécessairement *ce ciel et cette terre, tels que nous les voyons aujourd'hui*. Cette particularité suffirait seule, ce semble, pour faire rejeter l'opinion des interprètes qui, détachant le premier verset du suivant, ne voient dans ces deux mots que la matière première, que les éléments

(491) MARIANÆ *in Genesim Scholia*, p. 2.

(492) *Ps.* XXXII, 9.

(493) *Judith.* XVI, 17; la Vulgate porte textuellement de même que le grec : *misisti spiritum tuum*, qui est, selon nous, pour : *misisti spiritum oris tui*, comme on lit au *Ps.* XXXII, 6, d'où les paroles de Judith ont été évidemment empruntées.

primitifs, que Dieu aurait créés avant tout, et dont il se serait servi pour former le reste des créatures. Comment, d'ailleurs, se figurer l'existence d'un ciel avant la création de l'étendue, de l'espace, de l'air, de la lumière et des astres? Ne sont-ce point là, au contraire, les éléments constitutifs d'un ciel tel que nous pouvons le comprendre? De même, qu'est-ce qu'une terre qui n'a aucune des conditions, aucune des propriétés essentielles à l'être que nous concevons sous ce terme?

Une preuve manifeste que ces mots ne se trouvent employés ici que par anticipation, c'est que les choses qu'ils expriment ne reçurent que plus tard leur origine et leur dénomination. Ainsi, ce fut seulement au second jour que le nom de *ciel* fut donné à l'étendue et à l'espace que Dieu venait de créer; et au troisième, que la partie ferme du globe fut appelée *terre*, lorsqu'à la voix toute-puissante du Créateur, les eaux qui la couvraient se furent retirées en un seul lieu et eurent reçu elles-mêmes le nom de mers.

Quant au sens étymologique, le mot du texte schamayim, *cieux*, dérive d'un verbe inusité en hébreu, mais dont l'analogue en arabe désigne l'*élévation*, la *hauteur*. Le nom erets, si on veut l'expliquer par l'arabe, désigne quelque chose de *bas*, d'*inférieur*; signification qui lui convient d'autant mieux qu'elle forme un contraste parfait avec celle de schamaim, *ciel*. On peut remarquer ici avec quel naturel, quelle simplicité, mais en même temps avec quelle exactitude, Moïse s'exprime dans son récit. On sentira surtout un peu plus bas l'importance de cette observation.

IV. — Les mots qui commencent et ceux qui terminent le second verset offrent des difficultés philologiques assez embarrassantes pour les exégètes; de là le peu d'accord qui règne entre eux pour en assigner la véritable signification. Les termes hébreux tohou vabohou ont été, selon nous, parfaitement rendus dans la Vulgate par *inanis* et *vacua*, c'est-à-dire *informe* et *nue*, En vain, des interprètes verront-ils dans ces mots l'expression d'une révolution et d'une dévastation de notre globe, pour en conclure que Moïse a voulu parler, dans son premier verset, d'une époque bien antérieure à celle dont il parle dans son second. En vain diront-ils, en faveur de leur opinion, qu'Isaïe, annonçant la désolation future de l'Idumée, se sert de cette même expression (xxxiv, 11); nous répondrons que le but du prophète n'a pas été de peindre, par cette image, l'acte même du ravage et de la destruction de l'Idumée par ses ennemis vainqueurs, mais l'état de dépouillement et de nudité complète qui doit suivre la dévastation. Un passage de Jérémie justifie pleinement notre explication : *J'ai vu la terre, et je n'y ai trouvé qu'un chaos et qu'un vide affreux* (tohou vabohou). *J'ai regardé les cieux, et ils étaient sans lumière. J'ai vu les montagnes, et elles tremblaient; j'ai vu les collines, et elles étaient ébranlées. J'ai jeté les yeux de toutes parts, et il n'y avait pas un seul homme; tous les oiseaux même du ciel s'étaient retirés. J'ai vu le Carmel lui-même changé en un désert; et toutes les villes détruites devant la face de* Jéhovah, *et par le feu de sa colère* (iv, 23-26). Il est évident, en effet, que le prophète a voulu représenter la terre réduite au premier état de nudité et de stérilité où elle fut créée, c'est-à-dire sans ornements, sans hommes, sans animaux, et couverte de ténèbres. Si nous devions faire ici l'office de commentateur, nous ajouterions d'autres témoignages bibliques à l'appui de notre explication; mais ceux que nous venons de rapporter sont suffisants pour notre objet.

Nous ne nous arrêterons pas au scrupule des critiques, qui regardent comme choquant d'imaginer que l'Etre souverainement sage ait créé le chaos, qui n'est autre chose que le désordre; une seule considération doit le faire évanouir. Quand même l'Etre souverain, qui, à ce seul titre, ne doit compte de ses œuvres à personne, n'aurait eu d'autre dessein que de faire mieux apprécier à l'homme l'ordre et la belle harmonie du monde actuel, en le lui présentant comme sorti du désordre et du chaos, sa sagesse infinie serait entièrement à l'abri de tout reproche,

Les derniers mots de ce même verset n'offrent pas moins de difficultés. Et d'abord les anciennes versions ne sont nullement d'accord sur la manière de les rendre. Les paraphrases chaldaïques d'Onkélos et de Jonathan, de même que la version arabe, y compris l'édition d'Erpénius, l'ont entendu d'un vent qui soufflait sur les eaux et les agitait. Plusieurs Pères, entre autres Tertullien et Théodoret (494), suivis d'un certain nombre d'interprètes tant juifs que chrétiens, ont adopté ce sentiment, vers lequel nous inclinons nous-même, pour les motifs que nous allons exposer.

Tout le monde convient que le nom de Dieu ajouté à un nom lui donne souvent la force et la valeur d'un superlatif, Ainsi l'expression du texte sacré Rouah Elohim, que l'on rend généralement par l'*esprit de* Dieu, peut fort bien signifier un *vent violent*. La question se réduit donc uniquement à savoir si c'est ici réellement son sens. La raison qui nous porte à le croire est le mot suivant merahefeth, qui lui sert d'attribut, et qui, quoi qu'on en dise, ne saurait signifier autre chose que *s'agitant*. En effet, ce même mot se présente dans le *Deutéronome* (xxxii, 11), où il est appliqué à l'aigle, qui, pour exciter ses petits à voler, agite et secoue ses ailes au-dessus d'eux. Le verbe d'où ce mot dérive ne se trouve qu'une seule fois, c'est dans *Jérémie*, xxiii, 9. Or, dans ce passage encore, il signifie évidemment l'*agitation*; car le prophète, après avoir dit : *Mon cœur a été brisé au milieu de moi*, ajoute immédiatement : *Tous mes os se sont agités*

(494) Tertull., *Contr. Hermogen.*, c. 32; Théodoret, *Quæst.* 8, *in Genes.*

(Rahafou). Aussi, non-seulement le Targum et la version syriaque, mais encore les Septante et la Vulgate elle-même ont traduit en ce sens *contremuerunt* (495). En vain voudrait-on recourir aux idiomes syriaque et arabe, pour attribuer un autre sens à ces mots; les lois de l'herméneutique s'y opposent; car elles prescrivent impérieusement d'expliquer l'hébreu par l'hébreu lui-même, toutes les fois qu'il y a possibilité de le faire. Or, il n'y a évidemment ici aucun obstacle.

On sent bien que, donnant au mot rahefeth le sens d'*agiter*, nous ne pouvons convenablement assigner à son sujet celui d'*esprit de* Dieu; la disparate entre les deux idées nous paraît par trop étrange et par trop choquante. Nous voudrions au moins trouver un autre passage de la Bible qui fût de nature à nous faire vaincre notre répugnance. Voilà la cause principale et même unique qui nous a porté à ne voir en cet endroit qu'un simple vent par lequel Dieu agitait la surface des eaux (496).

D'autres traduisent l'expression de l'original par le *souffle de* Dieu; cette traduction, comme on le voit, tout en rendant serviilement la lettre du texte, n'offre aucun sens clair et précis à l'esprit, et elle aurait besoin elle-même d'une interprétation.

Mais le sentiment qui attribue aux paroles du texte original le sens rigoureux *de l'esprit de* Dieu est le plus généralement reçu; cependant tous ceux qui le partagent ne l'expliquent pas de la même manière. En effet, les uns, en partant de l'idée que cette expression désigne assez souvent dans l'Ecriture la vertu divine, qui, quoique invisible, comme le souffle et le vent, pénètre toute la nature, anime, vivifie et féconde tous les êtres, veulent qu'elle signifie ici la *puissance créatrice*, c'est-à-dire l'efficace de l'opération divine qui préparait les eaux de la terre à la fécondité; et les autres, parmi lesquels on peut compter la plupart des Pères, l'entendent du Saint-Esprit même, inspirant la chaleur et la vie aux eaux dont le monde nouveau devait sortir. Pour nous, nous le répétons, il nous paraît difficile de concilier l'idée de l'Esprit-Saint même, inspirant la chaleur et la vie aux eaux dont le monde nouveau devait sortir. Il nous paraît difficile de concilier l'idée de l'Esprit-Saint avec aucune de celles que l'on peut attacher au mot *merahefeth*; car, qu'on l'entende du mouvement d'un oiseau qui étend ses ailes sur ses petits pour les couvrir, ou pour les exciter et les dresser à voler; ou même de la manière dont il échauffe ses œufs pour les animer et les faire éclore, on ne saurait l'appliquer convenablement à l'Esprit-Saint. Si toutefois le respect si légitimement dû au témoignage des saints docteurs de l'Eglise nous portait à embrasser leur opinion sur ce point, nous ne pourrions le faire qu'en prenant les paroles du texte biblique, non point dans le sens littéral, mais dans le sens spirituel.

V. Le mot *jour*, en hébreu yom, se trouve répété deux fois dans le verset cinquième, et pris évidemment dans deux sens différents. D'abord, il est considéré comme synonyme de lumière, puisqu'il est dit: *Et* Dieu *appela la lumière jour*. C'est là partie du temps où il fait clair, et que les Latins ont exprimée par *diù*. C'est en ce sens encore qu'il est pris dans *Zacharie*, ch. xiv, vers. 7, et peut-être aussi dans *Job*, iii, 5. En second lieu, il est employé comme une certaine durée de temps, l'espace qu'embrasse le soir réuni au matin, ou l'espace de vingt-quatre heures, qui chez nous est compris entre midi et minuit, et minuit et midi; c'est le νυχθήμερον des Grecs.

On a voulu entendre ce mot pris dans le dernier sens, d'un long espace de temps indéterminé, d'une *époque*. Mais on n'a pas considéré qu'il faudrait nécessairement dans ce cas que le mot hébreu fût au pluriel. Aussi est-ce avec raison que Rosenmüller conclut du récit de Moïse qu'il serait difficile d'exprimer d'une manière plus précise et plus claire, qu'il s'agit ici d'un *jour naturel*, et nullement d'un espace qui embrasserait un grand nombre de jours ou d'années (497). On prend, il est vrai, assez souvent dans l'Ecriture le mot *jour* pour un moment ou un temps indéterminé, ce qui a lieu également dans les autres langues; mais alors il y a toujours dans le contexte quelque indice de cette acception; ainsi on dit fréquemment: *un jour, il n'arriva que; un jour viendra; au jour où;* pour *à un certain temps, il arrivera; un temps, un moment viendra; lorsque*. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point; il ne saurait, à notre avis, offrir une difficulté sérieuse à un hébraïsant (498).

(495) Gesenius dit à ce sujet (*Thesaur.*, p. 1283): « LXX. Vulg. Targ. Pesch. *contremiscunt* mera conjectura ex contextu ducta, quæ tamen cum reliquo verbi usu non satis congruit. » Or, cet usage se réduit aux deux seuls passages de la *Genèse* et du *Deutéronome* dont le sens est précisément contesté. C'est bien plutôt Gesenius lui-même qui traduit par pure conjecture; car après avoir expliqué le verbe hébreu par: *fovit* pullos avis, *incubuit* pullis, il ajoute: « Dein *volitavit* super pullos, » comme si cette dernière signification pouvait exégétiquement se déduire de la première.

(496) Le savant P. Mariana ne paraît pas croire qu'on puisse douter de la vérité de ce sens, lorsqu'il dit d'une manière si affirmative: « Aer inquietus erat: Spiritus Domini, id est, ventus a Deo excitatus, sine adjectione Domini magnitudinem aeris ejus intelligit: *Psalm.* lxvii, *mons Dei mons pinguis.* Itaque vastus spiritus et aer ferebatur, agitabatur: id proprie significat hebraicum sic hebræus (kimchi) *merahepheth significat motionem et agitationem.* » (*In Gen. Schol.*, p. 2.)

(497) « *Diem* intelligendum esse *naturalem*, neque vero plurium sive dierum, sive annorum spatium, vix disertius declarari potuit hac formula. » (*Schol. in Gen.*, i, 5.)

(498) Quelques interprètes donnent encore pour preuve ce passage de l'Exode: « Pendant six jours tu pourras travailler... mais le septième est un jour de repos qui doit être consacré à l'Eternel ton Dieu... Car, en six jours l'Eternel a fait le ciel, la terre, la mer, et tout ce qu'ils contiennent, et il s'est re-

VI. Nous trouvons dans les versets suivants des termes qui ont d'autant plus besoin d'être expliqués, que les incrédules s'en sont servis pour attaquer la véracité du récit mosaïque. D'abord, le mot hébreu RAQIAH, rendu dans nos versions par *firmament*, signifie proprement *étendue* (*expansum*); car, outre que le verbe dont il dérive signifie *battre*, *frapper* une lame de métal, et de là *l'étendre*, la *rendre ductile* en *la frappant*, tous les passages où il se trouve confirment pleinement ce sens. D'ailleurs, l'explication qu'en donne Moïse lui-même enlève toute espèce de doute à cet égard, puisqu'il en fait un synonyme de *Ciel*, lorsqu'il dit, que DIEU *lui donna le nom de* CIEL. Or, nous avons déjà vu que le mot CIEL signifie lui-même *hauteur*, *élévation*, c'est-à-dire une vaste étendue de bas en haut. Seulement, QAGIAH ajoute à cette idée celle d'une étendue horizontale, que lui donne sa propre étymologie.

Ainsi, comme nous l'avons déjà remarqué ailleurs (499), Moïse ne pouvait choisir un terme plus propre à peindre l'objet qu'il voulait exprimer; car, dès que nous élevons les yeux de la terre, ce qui nous frappe uniquement, c'est cet espace immense, cette vaste étendue dans laquelle la vue semble se perdre. Quelques traducteurs ont rendu le mot hébreu par *atmosphère*, qui, sans y répondre d'une manière tout à fait exacte et complète, l'explique cependant assez bien, puisque c'est dans cette étendue ou espace que se trouve contenue l'atmosphère, c'est-à-dire la couche qui enveloppe le globe terrestre et contient les vapeurs aqueuses qui, en s'élevant de la terre, se condensent, se rapprochent, forment les nuages, les brouillards, les pluies, la neige, la grêle et la rosée.

Il résulte de cette explication, que créer cette étendue ou atmosphère, c'était donner à ces vapeurs un milieu qui pût les recevoir et les séparer des eaux des mers. Il résulte encore que par les *eaux supérieures* dont il parle au verset 7, Moïse entendait évidemment ces vapeurs aqueuses de l'atmosphère, et par *eaux inférieures*, celles qui forment les mers. Il résulte enfin que rien dans tout ce récit ne prouve, comme le prétendent nos adversaires, que Moïse ait cru que les cieux étaient une voûte solide.

Quant à certaines expressions répandues dans la Bible, et qu'on pourrait nous opposer, nous dirons que ce sont de pures métaphores qui se trouvent dans toutes les langues, et sur le vrai sens desquelles le peuple hébreu ne pouvait nullement prendre le change. Gesenius lui-même reconnaît que dans la description poétique qu'ils font du firmament, les Hébreux parlent le langage vulgaire, bien qu'ils sachent parfaitement qu'il renferme quelque chose d'inexact (500).

VII. A la parole toute-puissante du Créateur, la terre se trouve couverte de verdure, de plantes renfermant de la semence féconde, et d'arbres chargés de fruits (vers. 11-12). Ici se présente pour la première fois l'expression LEMINO, que l'on rend généralement par *selon son espèce*, mais qui, à notre avis, signifie à la lettre *avec son ressemblant;* et, ajoutée aux arbres fruitiers, désigne les arbres semblables en tout à ces derniers, et qui en diffèrent seulement par les fruits qu'ils ne portent point comme eux. Sans cela on serait en droit de demander qui a créé les arbres et les plantes sauvages (501).

De même au verset 21, où il est question de la création des animaux, cette expression signifie également *avec leurs semblables*, c'est-à-dire avec leurs femelles. Car autrement où trouverait-on la création des femelles? et d'ailleurs cette explication n'est-elle pas suffisamment indiquée par ce qui suit immédiatement? Et DIEU... *les bénit en disant : Soyez féconds, multipliez-vous.* Il nous semble qu'il n'y a pas lieu d'en douter, quand on compare les versets 27 et 28, où il est dit textuellement en des termes mutuellement équivoques : Et DIEU *créa l'homme à son image; il les créa mâle et femelle, il leur dit : Soyez féconds, multipliez-vous.*

Ce n'est pas ici le lieu de montrer combien l'interprétation *selon leur espèce, selon leurs espèces*, est peu fondée sous le rapport grammatical et lexicographique; nous croyons l'avoir fait suffisamment ailleurs (502); mais nous devons faire remarquer que tout en retenant le nom d'espèce, cette interprétation n'en établit pas la réalité, ou bien elle nous la représente sous une idée vague, incomplète, et par là même très-favorable aux définitions erronées de certains naturalistes; car, pour constituer l'espèce, il faut absolument le concours des deux sexes, mâle et femelle; concours d'ailleurs parfaitement établi par notre traduction : *avec sa femelle, avec leurs femelles.*

VIII. Il ne sera pas inutile de faire observer ici que dans le verset 20, rendu ordinairement par : *Que les eaux produisent des êtres animés*, etc., le sens littéral est : *Que les eaux abondent, soient remplies, fourmillent (scateant) d'êtres animés;* et que par conséquent les eaux ne sont ici ni la matière *ex qua*, ni la cause efficiente ou créatrice

posé le septième jour; c'est pourquoi il a béni le jour de ce repos et l'a déclaré saint (XX, 9-11). » Mais cette preuve nous semble peu concluante; car lors même qu'il s'agirait d'époques dans le récit de la création, rien n'empêcherait d'y comparer les sept jours de la semaine.

(499) *Le Pentateuque avec une traduction française*, etc., t. Ier GENÈSE, p. 9.

(500) *Thesaur. philolog. critic., p.* 1512.

(501) Cette expression, comme on va le voir immédiatement, est aussi susceptible du sens de *avec sa femelle*. Nous aimerions encore mieux supposer que Moïse a réellement parlé des deux sexes des plantes, que d'admettre la traduction ordinaire, *selon son espèce*, pour les motifs exposés dans cette discussion même.

(502) Voy. *Le Pentat. avec une traduction française*, etc., t. Ier, GENÈSE, p. 9-11. *Introduct. histor. et crit. aux livres de l'Ancien et du Nouveau Testament.*, t. Ier, ARCHÉOL BIBL., p. 128; et *Lexic. hebr. et chald.*, p. 324, 325, 2e édit.

des poissons, etc. Cette dernière est assez clairement exprimée dans le verset suivant, où il est dit : *C'est ainsi que Dieu créa les grands monstres marins*, etc. Quant à la matière *ex qua*, le terme même BARA, créa, l'exclut entièrement.

GLAUCONIE GROSSIÈRE. *Voy.* PARISIEN.

GLAUCONIE SABLEUSE. *Voy.* ALBIEN.

GLAUCONIE CRAYEUSE. *V.* CÉNOMANIEN.

GLAUCONIE INFÉRIEURE. *V.* SUESSONIEN.

GLEIG (ÉVÊQUE ANGLICAN), *interprétation du récit de la création.—Voy* BUCKLAND.

GLYPTODON. *Voy.* MAMMIFÈRES.

GODEFROY(503).—La théorie cosmogonique de cet auteur est une des plus audacieusement téméraires qui aient été imaginées dans le but de concilier la science moderne avec la *Genèse*. Aussi cette théorie, loin d'opérer la conciliation désirée, n'aboutit qu'à compromettre le livre sacré. Il serait bien étrange, en effet, qu'un livre écrit sous l'inspiration divine n'eût été compris par personne pendant plus de 3,500 ans, et n'eût pu l'être qu'au 19e siècle, à l'époque des systèmes les plus opposés, les plus aventureux, les plus incertains, dans un siècle où une science orgueilleuse et voulant, à tout prix, se passer de Dieu, se livre à tout le dévergondage de ses spéculations insensées.

C'est un bien triste labeur, en vérité, que d'aller prendre les rêves cosmogoniques et toutes les témérités scientifiques de notre temps, pour nous les présenter comme la traduction fidèle ou le commentaire du texte sacré. Rien n'égale, comme nous le montrons dans divers articles de ce *Dictionnaire*, l'audace de ces interprétations qui sont la confusion la plus incroyable du langage humain. On en aura une idée en lisant l'analyse détaillée que nous allons donner du livre de M. Godefroy, en l'accompagnant de quelques observations.

« Le premier de tous les livres porte inscrit en tête le nom mystérieux de l'Etre éternel et créateur; et dans cette première de toutes les cosmogonies, le ciel et la terre ont une même origine, et leur naissance précède tous les temps : *Au commencement Dieu créa le ciel et la terre.* Tel est le début de la *Genèse*.

« Alors le *Livre des générations du ciel et de la terre* nous révèle ce qu'était la création en ce premier instant de la nature : une matière informe, un abîme dans les ténèbres; mais l'esprit de Dieu se portait au-dessus de ces éléments, *et la lumière fut.* C'est le premier jour. »

Non, la création tout entière n'était point telle que vous l'insinuez ici, *une matière informe*, un abîme dans *les ténèbres;* cela n'est dit que de la *terre* seule : *Terra autem erat inanis et vacua*, etc.

« Ainsi, d'après la *Genèse*, la lumière est le premier produit de la création, et son apparition date du premier jour ou de la première époque de la nature. »

La lumière n'est pas le premier produit de la création; le contexte s'oppose à cette opinion. La *terre* et les *eaux* sont videmment créées et nommées avant que Dieu prononce le *fiat lux*.

« C'est en présence de nouvelles doctrines scientifiques que nous discuterons, en les comparant avec ces nouvelles doctrines, tous les faits que renferme l'histoire des premiers âges du monde. C'est en présence des investigations de l'astronomie, de la physique, de la chimie et de la géologie, que nous allons interroger les archives sacrées sur la condition primitive de l'être un et multiple nommé univers, et sur les lois primordiales qui ont présidé à l'organisation du ciel et de la terre.

« Nous reprenons le récit historique, que nous citerons toujours textuellement.

« Au commencement Dieu créa le ciel et la terre, *in principio creavit Deus cœlum et terram.* (*Gen.* I, 1.)

« Si la ressemblance du globe terrestre avec les autres globes planétaires décèle une origine commune, l'état actuel de l'astronomie ne nous permet pas de douter que le soleil lui-même n'ait une génération pareille à celle de ces planètes ou satellites, qui ont tant d'analogie avec lui par leur forme, leur mouvement, leur densité, etc. Mais notre système solaire, malgré son immense étendue, n'occupe qu'un point dans l'espace : des mille millions d'autres soleils brillent comme lui de leur lumière propre. C'est ce vaste univers, ou ce grand tout résultant de l'ensemble des étoiles ou soleils, et des planètes ou satellites, que le Créateur, au commencement des temps fit jaillir du néant par un seul acte de sa toute-puissante volonté.

« Cependant ce ciel du commencement et cette terre créée en même temps que le ciel ne sont pas le ciel et la terre que nous voyons; car, d'après la *Genèse* encore, la première formation du ciel et la constitution définitive de la terre ne datent, l'une, que du deuxième, et l'autre, que du troisième jour; et ce n'est que le quatrième jour que le soleil, la lune et les étoiles, c'est-à-dire tout ce qui constitue le ciel, brillent dans le champ de la création. La création du ciel et de la terre du commencement des temps n'est donc que la création de la matière constitutive du ciel et de la terre. »

Ainsi Moïse, dans le premier verset et dans le second, donne le nom de *ciel* et celui de *terre* à ce qui n'est en réalité ni l'un ni l'autre, mais seulement la matière élémentaire du ciel et de la terre. Il semble que, si Moïse avait voulu désigner la prétendue *matière constitutive* que vous supposez, rien sans doute ne lui aurait été plus facile que de le dire, en employant d'autres termes que *cœlum* et *terra* qui ne peuvent s'entendre ainsi qu'en faisant la plus grande violence au texte. *Non est probabile materiam solam sine forma creatam esse, nec talis vocari posset cœlum*, dit Cornélius à Lapide (*Curs. compl.* t. V, col. 128). Aussitôt après le premier verset,

(503) *La cosmogonie de la révélation ou les quatre premiers jours de la Genèse en présence de la science moderne*, 2e édit., 1847.

Moïse ajoute : *Terra autem erat inanis et vacua*, etc. Cette forme du récit ne permet pas d'admettre l'interprétation forcée à laquelle vous avez recours; Moïse nomme ici, séparément du ciel, la *terre* dont la création a été expressément désignée dans le premier verset. Deux choses très-distinctes sont évidemment mentionnées comme *créées au commencement*, le ciel et la terre. De ces deux choses Moïse néglige la première, le ciel, pour ne s'occuper que de la seconde, la *terre*. Et cette terre existe, est créée et distinguée du ciel, puisqu'elle est *inanis et vacua*, c'est-à-dire *sans arbres, sans fruits et sans aucun ornement* (traduct. du P. de Carrières) et que de plus elle est recouverte par les eaux.

« Cette doctrine, comme nous l'apprenons de saint Augustin, est celle des anciens interprètes, qui, par ces mots, LE CIEL ET LA TERRE, ont entendu la matière dont ont été formés le ciel et la terre, et toutes les merveilles que renferment le ciel et la terre; la matière de tous les corps de la nature, des globes lumineux et des globes opaques. Et le grand interprète de l'Ecriture fait voir qu'en effet il n'est pas possible d'entendre, par ces premières paroles de la Genèse, autre chose que LA MATIÈRE DU CIEL ET DE LA TERRE, *nisi materiam cœli et terræ*, la matière qui allait servir à la formation du ciel et de la terre, *id est materiam quæ cœli et terræ formam capere posset;* et qu'il faut dire avec tous les interprètes, sous peine de tomber dans l'absurde, que Dieu a d'abord créé la matière du ciel et de la terre, et qu'ensuite il a donné la forme à cette matière. »

Saint Augustin, dans ses *Confessions* (l. XII, c. 20 et 28, et l. I *de Gen. contra Manich.*, c. 7), émet effectivement cette opinion. Mais le même Père dit (l. I *de Gen. ad litt.*, c. 14) : *hanc materiam eodem instanti temporis fuisse sua forma donatam et ornatam*, et lib. II *De Civ. D.*, c. 9, il entend par *cœlum* les anges, et par *terram* la première matière informe, ce qui fait dire à Cornelius à Lapide : *Prius est mysticum, posterius improbabile.* Cornelius à Lapide est loin de se ranger au sentiment de saint Augustin. Ce commentateur dit : *Maxime probabile est, per cœlum sic intelligi primum et summum, scilicet empyreum, quod Paulus vocat cœlum tertium, David cœlum cœli, quodque sedes est beatorum, uti passim omnes docent.* (*Curs. compl.* t. V, col. 128.) — Cornelius à Lapide ajoute : *Est hæc sententia B. Clementis, accepta ex ore S. Petri, ut ipse ait* l. I *Recognit.; Origenis hic homel.* 1; *Theodoreti, Alcuini, Rabbani, Lyrani, Philonis, lib. De mundi opificio, S. Hilarii in ps.* CXXXV; *Theophili Antiocheni ad Antalychum* l. II; *Junilii, Bedæ, Abulens. Catharini, Stravi in glossa ord. hic, S. Anselm.* l. I *De imagine mundi*, c. 28; *S. Bonav. in* 2; *dist.* 12; *Ruperti* l. I *in Gen.*, c. 6; *Gulielmi Paris.* I, p. I, *De universo*, c. 31 *et* 40. *Alex. Alens.* p. III *Summæ theologic., quæst.* 45; *memb.* 2; *Hugon. Victor in Sent. tract.* 2, 1; *Brunonis Carthus. Patriarchæ* l. I *de Novis.*, c. 2; *Lud. Molinæ* I *p., qu.* 86, *sub initium operis primæ diei mundi, et aliorum; adeo ut S. Bonavent. hanc sententiam asserat esse communiorem, Catharinus vero esse verissimam* (*loc. cit.* col. 129). — Vous voyez que, quoique vous en disiez, il s'en faut bien que vous ayez pour vous le sentiment de tous les interprètes.

« Quel était l'état de cette matière du ciel et de la terre? C'est ce que le livre divin nous révèle tout d'abord. Dès le second verset, nous sommes avertis que la terre du premier jour était à l'état simple, qu'elle était VIDE ET VAINE, INCOMPOSÉE, et que la création tout entière n'était alors qu'un abîme invisible, ou une matière diffuse, impalpable. »

Ainsi le *terra autem erat inanis et vacua* veut dire non que la terre, mais *la création tout entière* n'était *qu'une matière diffuse, impalpable.* Quel incroyable bouleversement du langage !

« Cette terre *vide et vaine*, dans la Vulgate, *invisible et incomposée* dans la version des Septante, n'est qu'*un vide et un rien* κένωμα καὶ οὐδέν dans la traduction d'Aquila, *une informité et une nullité* κενὸν καὶ οὐθέν dans la traduction de Théodotion, une matière *diffuse et inerte* ἀργὸν καὶ ἀδιάκριτον dans celle de Symmaque; et nous apprenons de MM. Chaubard et Marcel de Serres que le texte chaldaïque porte mot pour mot : *alors la terre était matière informe à l'état de molécules élémentaires;* et la version samaritaine, qui est l'ancien texte hébreu, *une matière divisée jusqu'à être impalpable, jusqu'à l'annihilation* (504), » interprétation étrangement exagérée et adoptée pour les besoins du système. Le P. de Carrières, se conformant au sens qui s'offre d'abord, et qui est présenté par le commun des interprètes qui n'ont pas de théories préconçues, dit simplement : « La terre, en sortant du néant, était informe et toute nue, sans arbres, sans fruits, sans aucuns ornements. » C'est ce que font entendre les mots hébreux *tohu vauohu*, et c'est ainsi qu'ils ont été traduits par Jonathas le chaldéen, par les Septante, etc.

« Or, d'après la *Genèse*, cet état de nature première n'est pas seulement celui de la terre du premier jour; c'est encore l'état de la création tout entière : l'universalité de la création n'était alors qu'un abîme, une masse inerte de matière diffuse. La lumière elle-même, ce premier produit de la création, n'était pas encore : les ténèbres régnaient sans partage sur l'abîme unique du ciel et de la terre, sur l'abîme du ciel dont la disposition première date du deuxième jour; sur l'abîme de la terre qui n'est distinguée et séparée ou détachée de l'abîme unique du premier jour, que par ce deuxième jour de la création. »

(504) M. CHAUBARD, *Elém. de Géol.*, p. 37, 38.
« *Informis et aeriformis*, d'après le texte de l'hébreu. Le texte samaritain emploie d'autres expressions qui présentent ce qui fut plus tard la terre dans « un état de diffusion qui irait jusqu'à l'imperceptibilité ou l'incompréhensibilité. » (M. M. DE SERRES, *De la Cosmog. de Moïse comp. aux faits géolog.*, p. 50.) (GODEFROY.)

« L'universalité de la création, dites-vous, n'était alors qu'un abîme, une masse inerte de matière diffuse »

Cornelius à Lapide réprouve ce sentiment. « Improbabile est, *dit-il*, quod censent Gabriel, in 12, dist. 12, q. 1, et Marsil., ibidem, chaos hoc, sive, ut sapiens loquitur, materiam informem fuisse materiam primam, vel solam; vel certe informatam tantum forma quadam rudi, obscura, generali et communi corporeitatis, ita ut tantum esset in potentia ad omnes particulares formas suscipiendas, ut censuit Abulensis. Ex hoc enim Mosis loco constat, primitus fuisse creatam terram et cœlum : ergo materia primitus creata non fuit formæ expers, sed particulari cœli et terræ forma induta et imbuta. » *urs. compl.*, t. V. col. 132.)

Et les ténèbres étaient sur la face de l'abîme. Vous entendez par *abîme* la même chose que par le *terra*, du même verset, et par le *cœlum et terram* du premier verset, c'est-à-dire une *masse inerte de matière diffuse*. Ce sentiment est rejeté par Cornelius à Lapide comme nous venons de le voir. Il est en vérité bien étrange que Moïse ait pris tant de détours, ait employé tant de termes impropres et qui devaient donner si longtemps le change sur sa pensée, pour dire qu'au commencement Dieu créa une immense masse de matière gazeuse, chaotique, impalpable, qui remplissait l'espace sans bornes, et que c'est avec cette matière élémentaire qu'il fit le ciel ou les astres et la terre. C'est la fameuse hypothèse *astronomico-chimique* que les panthéistes et les naturistes ont imaginée pour expliquer, sans Dieu, la formation du monde matériel. Le vulgaire des commentateurs a entendu tout simplement que les *ténèbres étaient sur la face de l'abîme*, c'est-à-dire sur la face de l'abîme d'eau où la *terre était absorbée*, suivant le P. de Carrières. On comprend qu'un abîme d'eau ait une face ou surface, et que cette surface soit dans les ténèbres, mais comment comprendre la *face* d'une matière à l'*état de gaz, de vapeurs éminemment subtiles, d'une matière divisée jusqu'à être impalpable, jusqu'à l'annihilation?* Est-ce qu'un amas de gaz et de vapeurs éminemment subtiles peuvent s'appeler un abîme? L'atmosphère est-elle un abîme? Et peut-on dire d'une matière gazéifiée *jusqu'à l'annihilation* qu'elle a des ténèbres ou de la lumière à sa surface?

Et l'esprit de Dieu se portait sur les eaux (trad. de M. Godefroy). « Nous devons dire et nous dirons tout d'abord que, sous ce nom d'eaux, nous entendons la même chose que sous le nom d'abîme, c'est-à-dire la matière informe de l'univers. » (P. 15.)

Ainsi le mot *aquæ*, *les eaux*, a ici exactement la même signification que le *cœlum* du premier verset, que le *terra* et l'*abyssus* du second verset; *ciel, terre, abîme, eau*, quatre mots synonymes dans le langage de Moïse! M. Godefroy voit partout et en tout la matière élémentaire, son hypothèse a les plus impérieuses exigences, il ne recule devan aucune interprétation pour y satisfaire. Le P. de Carrières, bien plus sobrement, a traduit : *L'esprit de Dieu était porté sur les eaux, les disposant à produire les créatures qu'il en voulait former.*

Mais que faut-il entendre pa. ces mots : *l'esprit de Dieu?* Plusieurs commentateurs entendent un vent violent, un *vent de Dieu*, une *montagne de Dieu*, etc., en hébreu, signifie un grand vent, une haute montagne. Presque tous les Pères veulent que ce soit le Saint-Esprit lui-même, ou la troisième personne de la sainte Trinité, et l'Eglise a consacré cette interprétation dans la bénédiction des fonts, lorsqu'elle dit : *Tu super aquas foturus eas ferebaris.*

Pour M. Godefroy, ce n'est ni le *vent* ni le *Saint-Esprit*. Nous avons déjà vu trois ou quatre énigmes que Moïse a données à deviner à ses lecteurs, et qui n'auraient été devinées que de notre temps; en voici une cinquième dont M. Godefroy a tout aussi heureusement trouvé le mot que pour les précédentes. Selon lui, par *spiritus Dei*, Moïse désigne le *calorique!!!*

« Dans la cosmogonie sacrée, l'esprit de Dieu qui se porte au-dessus des eaux, est le principe actif de la création; et dans cette cosmogonie, c'est de l'action incessante de cet esprit de Dieu, ou du principe calorifique, que procèdent toutes les opérations de la Sagesse créatrice, pendant les quatre jours consacrés à l'organisation des mondes, ou de tous les globes de l'univers. » Qu'en pense Cornelius à Lapide? « Pro *ferebatur* (dit-il) hebraice est *merachephet*, quod teste S. Basilio, Diodoro et Hieronymo in Quæst. hebraic. in Genesim, est volucrum, dum super ova et pullos quasi pendulæ leniter agitatione alarum se librant, motitant, et volitant (unde Arabica Biblia habent : *volitabat, ut ales se gerebat, alis se movebat;* Chaldaica vero, *insufflabat*), iisque deinde incubant, calorem aspirant, fovent et animant. Pari modo Spiritus sanctus superferebatur, vel, ut Tertull. legit, *supervectabatur* aquis, non loco aut motu, sed omnia superante ac præcellente potentia, sicut superfertur rebus fabricandis voluntas et idea artificis, inquit S. Augustinus, l. 1 *De Genesi ad litt.*, c. 7. » (*Curs. compl.*, t. V, col. 133).

D'après le système d'interprétation de M. Godefroy, voici comment les trois premiers versets du premier chapitre de la *Genèse* devraient se traduire.

1. « Au commencement, Dieu créa la matière gazéiforme ou nébulaire dont il fit plus tard le ciel et la terre. »

« 2. *Terra autem*, or la terre... impossible de traduire ainsi; il n'y a pas encore de terre; il n'y a que la matière nébulaire; *terra* signifie donc encore ici la matière nébulaire dont la terre comme le ciel sera faite, laquelle terre n'est distinguée et séparée ou détachée de l'abîme unique dont elle fait partie en ce moment que le deuxième jour de la création (p. 6). — Il faudrait donc traduire ainsi ce second verset : « Or, la matière, dont la terre devait être faite, était

inanis et vacua, c'est-à-dire à l'état nébulaire ou gazéiforme. »

Mais c'est ce que disait déjà le premier verset, suivant M. Godefroy, et d'après lui, ce verset ne peut signifier autre chose.

« Les ténèbres étaient sur la face de la matière nébulaire, et le calorique se portait à la surface de cette même matière. »

3. « Et Dieu dit : Que la lumière soit et la lumière fut. »

Après avoir examiné la valeur de l'interprétation du texte sacré pour les trois premiers versets de la Genèse, au point de vue de l'hypothèse de M. Godefroy, nous allons entrer avec lui dans le domaine de la science. Serons-nous plus satisfaits? voyons.

L'interprétation du texte sacré de la Genèse par M. Godefroy, n'est autre chose que l'application des théories scientifiques modernes à ce texte.

« Cet ordre de création si éloigné de nos idées et de nos conceptions (il est vrai qu'on croit rêver en voyant celui que vous avez imaginé), cette suite méthodique d'opérations successives si longtemps inintelligible, se trouve merveilleusement d'accord avec des faits qui ne devaient être connus que dans le XIX^e^ siècle (p. 34). »

Ainsi, jusqu'aujourd'hui, c'est-à-dire pendant 3,500 ans, on n'avait point compris et l'on ne pouvait comprendre le récit génésiaque! M. Godefroy ne met pas un instant en doute que la science moderne ne soit définitivement la science infaillible. Tout est trouvé, tout est découvert, tout est dit en matière de cosmogonie, de géogénie, de physique, de chimie, d'astronomie, etc. Et cette merveilleuse science du XIX^e^ siècle n'est autre chose que le commentaire du premier chapitre de la Genèse. Nous avons vu, en effet, comme le texte sacré se plie heureusement à cette exégèse.

Parmi les échecs récents éprouvés par ces théories cosmogoniques aventureuses, nous citerons la résolution en étoiles d'une certaine classe de nébuleuses, sur lesquelles ces hautes spéculations s'appuyaient comme sur une base que l'on croyait inébranlable. Le puissant télescope de lord Ross, vient de faire évanouir ces sortes de nébuleuses et de les résoudre en étoiles. Il n'y a plus de matière nébuleuse éparse en amas divers dans l'espace, il n'y a plus que de brillantes étoiles groupées diversement dans les profondeurs de l'immensité, groupes que l'on continuera d'appeler *nébuleuses* si l'on veut, mais qui n'ont rien de commun avec la matière diffuse, formant, dans les cieux, des amas qui allaient se refroidissant et se condensant pour devenir des mondes, des étoiles ou soleils nouveaux. Aujourd'hui ces idées sont au nombre des chimères, et, quoi qu'en aient dit quelques savants qui avaient bâti là-dessus de superbes systèmes, l'œuvre de la création est achevée et complète.

Voyons toutefois comment M. Godefroy procédait avec les nébuleuses avant que le télescope de lord Ross les eût mises à néant.

« Newton avait dit, à la fin de son livre des *Principes*, que l'arrangement si admirable du soleil, des planètes et des satellites ne pouvait être que l'ouvrage d'un être intelligent et tout-puissant. En présence de cette profession de foi si philosophique, M. Laplace déclare que cet arrangement des planètes peut être lui-même un effet des lois du mouvement, et que la suprême Intelligence peut l'avoir fait dépendre d'un phénomène plus général. « Tel est, ajoute-t-il, « suivant nos conjectures, celui d'une ma- « tière nébuleuse éparse en amas divers dans « l'immensité des cieux (505). »

« Depuis longtemps les nébuleuses avaient attiré toute l'attention des astronomes. Déjà Simon Marius, en 1612, Huygens, en 1656, avaient signalé quelques nébuleuses, et Messier, en 1784, avait publié ses observations sur cette partie si intéressante des cieux. Mais Herschell, au moyen de ses puissants télescopes, a considérablement surpassé les autres astronomes dans ses découvertes. Sa publication sur la constitution du ciel et l'organisation des corps célestes, insérée dans les *Transactions philosophiques* de 1811, est le recueil le plus précieux que la science ait jamais livré aux méditations du philosophe.

« Cet infatigable explorateur des cieux, qui a observé les nébuleuses pendant plus de trente années, divise ces objets astronomiques en un grand nombre de classes, d'après leur degré de lumière. La première classe, ou le premier degré, est ce qu'il appelle *nébulosité obscure, nébulosité étendue et diffuse, nébulosité extrêmement faible, d'une blancheur entièrement laiteuse, qu'il n'est possible d'apercevoir qu'en rassemblant une lumière considérable au moyen des plus puissants instruments*. Dans les classes suivantes, la matière nébuleuse passe à un état toujours de plus en plus lumineux, jusqu'à ce qu'elle arrive à la forme dite *planétaire*.

« Ces gradations successives qui s'observent d'un groupe à l'autre, rendent extrêmement probable, disent les astronomes, la conclusion à laquelle on est naturellement conduit, que chaque état de la matière nébuleuse résulte de la condensation de cette matière, qui, dans son état complet de diffusion, ou d'invisibilité absolue, remplissait originairement tous les espaces célestes.

« Conformément à ce haut point de vue, notre ciel, où toutes nos étoiles, n'étaient dans l'origine qu'une seule et même nébuleuse, que la condensation a transformée en une multitude de systèmes distincts, plus ou moins indépendants.

« Dans sa *Cosmogonie*, M. Laplace ne s'explique pas sur la division de cette immense nébuleuse en groupes séparés. Il ne s'occupe que de la formation de notre système solaire déjà détaché des autres systèmes, et qu'il assimile, dans cet état, à l'un de ces *astres problématiques* connus en as-

(505) *Exposition du système du monde*, p. 393, 5^e^ édition.

tronomie sous le nom d'étoiles nébuleuses. « Le soleil, dans son état primitif, ressem- « blait aux nébuleuses que le télescope, dit- « il, nous montre composées d'un noyau « plus ou moins brillant, entouré d'une né- « bulosité qui, en se condensant à la surface « du noyau, le transforme en étoile. »

« Nous reviendrons, lorsqu'il en sera temps, sur ce qu'il y a d'inexact dans cette exposition. Nous n'avons besoin présentement que de connaître l'état originel de la matière constitutive de tous les corps de l'univers. Or, sur ce premier point, mais sur ce premier point seulement, la doctrine du savant géomètre est absolument la même que celle de nos physiciens et de nos astronomes.

« Si l'on conçoit, par analogie, toutes les « étoiles formées de cette manière, continue « M. Laplace, on peut imaginer leur état « antérieur de nébulosité, précédé lui-même « par d'autres états dans lesquels la matière « nébuleuse était de plus en plus diffuse, le « noyau (le noyau problématique) étant de « moins en moins lumineux. On arrive ainsi, « en remontant aussi loin qu'il est possible, « à une nébulosité tellement diffuse, que « l'on pourrait à peine en soupçonner l'exis- « tence (506), » c'est-à-dire, pour reproduire les propres expressions d'Herschell citées par M. Ampère, c'est-à-dire que *la matière dont les mondes sont composés était d'abord à l'état gazeux* (507).

« N'est-ce pas là évidemment cette matière *vide et vaine, invisible et incomposée*, cette matière *impalpable et divisée jusqu'à l'annihilation*, que l'auteur inspiré de la Genèse nous représente comme la matière constitutive du ciel et de la terre? N'est-ce pas là *ce quasi-néant, ce vide ténébreux*, dont l'intelligence humaine ne saurait ni sonder la profondeur à cause de son immensité, *propter profunditatem vastissimam*, ni concevoir la nature à cause de son informité, *propter ipsam informitatem?* »

Nous n'avons pas à nous occuper de cette comparaison que l'auteur établit entre la première classe de nébuleuses ou *nébulosités étendues et diffuses*, nébulosités qui n'existent que dans le cerveau de quelques savants, et sa matière nébulaire primitive, désignée avec la clarté que nous avons signalée dans les premiers versets de la *Genèse*. — *Voy.* NÉBULEUSES.

Après avoir cité un passage de Herschell le fils, sur les nébuleuses, M. Godefroy ajoute : « Bientôt nous suivrons l'illustre astronome dans son développement du *magnifique problème*, comme il l'appelle. Il nous suffit présentement de savoir que la science proclame que les vraies nébuleuses ne font naître l'idée d'aucune étoile, et que l'existence de la lumière est antérieure à la formation des globes lumineux; car les astronomes ne mettent pas plus en doute *la transformation future des nébuleuses en étoiles que l'état antérieur de nébulosité des étoiles existantes* (508). »

Ces astronomes là ont une foi robuste qui ne le cède qu'à celle que M. Godefroy a mise en eux.

« Mais, remarquons-le bien, ce n'est pas seulement dans cette production de la lumière avant la formation du soleil et des étoiles que la cosmogonie de Moïse est si digne de toute notre attention. Ce qui étonne encore, c'est de voir l'historien de la création nous parler des opérations de la nature qui ont préparé la naissance de la lumière. La matière créée était vide et vaine, impalpable et divisée jusqu'à l'annihilation, et des ténèbres universelles régnaient sur la face de l'abîme. Cependant le principe calorifique, jusque-là confondu dans la masse moléculaire, se dégageait, s'envolait au-dessus de l'abîme, qui se condensait, qui se liquéfiait, SUPER AQUAS : l'Esprit de Dieu, un principe mystérieux, se portait au-dessus de l'abîme fluide pour vibrer à sa surface. Et c'est alors qu'apparaît la lumière : ET FACTA EST LUX. »

La masse moléculaire, *divisée jusqu'à l'annihilation*, renfermait du calorique (*Spiritus Dei*), ce calorique se porte à la surface de l'immense masse (*ferebatur super aquas*) et devient lumière (*et facta est lux*). Cette incommensurable masse, d'où devaient sortir notre système solaire, toutes les étoiles et tous les systèmes d'étoiles ou nébuleuses connues et inconnues, avait un diamètre qui effraye l'imagination. En vertu de quelle loi le calorique se portait-il à sa surface? où allait-il? y a-t-il aujourd'hui une déperdition de calorique à la périphérie du soleil, des étoiles? Il vous faut une condensation, une liquefaction; pour cela vous admettez un dégagement de calorique; mais a-t-il pu y avoir réellement un pareil dégagement? vous l'affirmez le plus gratuitement du monde. Le dégagement de calorique vous amène à un dégagement de lumière; cette lumière pour vous, c'est le calorique qui entre en vibration à la surface de la masse fluidiforme. On ne voit pas la raison, dans votre système, de votre appréciation de la sublime parole : *Dixitque Deus : fiat lux, et facta est lux.* « Langage solennel et tout divin, dites-vous, mais langage significatif, parce que la lumière est le premier produit de la création. » L'existence de la masse moléculaire, dans les dimensions que vous savez, était pourtant un assez joli produit. Et le calorique donc? Il n'y en avait pas mal, je suppose.

M. Godefroy nous fait l'honneur de rappeler une appréciation que nous avons portée sur la théorie astronomico-chimique que « beaucoup d'esprits du premier ordre, disons-nous à la page 273 de la 2e édition de nôtre *Nouveau Traité des sciences géologiques*, appellent grande et simple. » Sans doute, pourvu que l'on rejette la cosmogonie

(506) *Exposition du système de monde*, p. 410 et 411.

(507) *Théorie de la terre. Revue des Deux-Mondes*, 1er juil. 1853.

(508) *Expos. du système du monde*, p. 396

et la géogénie au-delà du second verset du premier chapitre de la *Genèse*, comme l'a fait l'illustre Buckland, etc., et qu'on ne s'avise pas de traduire le texte sacré par la nomenclature physico-chimico-astronomique moderne, nous sommes prêt à applaudir à tous les efforts que l'on tentera dans ce but élevé, digne des plus hautes intelligences. Nous ne blâmons que les interprétations violentées, tourmentées, absurdes, données au texte de la *Genèse* pour y trouver les théories si incertaines, si téméraires, si mobiles, d'une science aussi orgueilleuse qu'impuissante.

M. Godefroy revient à sa masse gazeuse et à son calorique (*Spiritus Dei*).

« Le calorique est hypothétiquement considéré comme un fluide dont la distribution, en proportion diverse parmi les molécules de la matière pondérable, constitue les trois formes générales : gazeuse, liquide et solide. Nous sommes conduits, de la sorte, à envisager la chaleur comme la puissance primordiale et modératrice de l'univers, et comme le principe sur lequel repose la constitution immédiate de tous les corps de la nature. Si nous ne sommes pas encore autorisés à prononcer des décisions dogmatiques sur la nature abstraite de la chaleur, si son essence est encore un mystère, nous savons du moins d'une manière certaine, et c'est tout ce qu'il nous importe ici de savoir, que les liquides renferment plus de calorique latent que les solides, et les gaz plus que les liquides, et que le passage des gaz à l'état liquide ou solide est toujours accompagné d'un prodigieux dégagement de calorique *qui se répand à la surface* ou sur les corps environnants. La simple condensation suffit à la production de ce phénomène, comme le montre l'expérience si connue du briquet pneumatique, où la compression semble exprimer et chasser, hors de l'air froid, son approvisionnement latent de chaleur et de lumière. On a expérimenté qu'une condensation d'air au cinquième de son volume produit une chaleur d'ignition. Il nous sera donc permis aujourd'hui de voir dans cette première condensation de la matière gazeuse de la création la première manifestation de la Sagesse créatrice, ou l'exécution de ce premier ordre du Créateur : QUE LA LUMIÈRE SOIT. »

Si le texte sacré a beaucoup à se plaindre de la théorie qui lui est appliquée ici, la science, de son côté, n'aurait pas moins à dire. Vous admettez du calorique dans votre masse gazeuse; mais pourquoi voulez-vous qu'il se porte à la surface? Son action est de dilater indéfiniment, s'il y est en excès, cette immense masse de gaz dans le vide qui l'environne. Pour qu'il y eût condensation et dégagement de calorique et de lumière, il faudrait une compression. Et d'où viendrait-elle? Il n'y a que le vide en dehors de la matière moléculaire, et par conséquent dilatation indéfinie ou jusqu'à équilibre de distribution de calorique entre les matières à l'état gazeux. Vous faites du Créateur un chimiste qui n'y entend rien.

M. Godefroy achève de traduire le texte qui concerne l'œuvre du premier jour :

« Dieu vit que la lumière était bonne, et il sépara la lumière d'avec les ténèbres. Il donna à la lumière le nom de jour, et aux ténèbres le nom de nuit. Et du soir et du matin se fit le premier jour. »

M. Godefroy ne fait aucun commentaire sur la première partie de ce texte. Il nous semble pourtant qu'il eût été convenable de s'expliquer sur cette séparation de la lumière d'avec les ténèbres. Cette séparation est une œuvre du Créateur qui appartient au premier jour. Qu'est-ce que cette séparation? Nous ne voyons, dans l'hypothèse de M. Godefroy, qu'une masse gazeuse incommensurable, à la périphérie de laquelle il affirme qu'il y a de la lumière; soit. Mais, encore une fois, comment le Créateur sépare-t-il cette lumière d'avec les ténèbres? Nous ne voyons que de la lumière, et cet état de chose dure au moins pendant toute la première époque; car, pour M. Godefroy, les jours génésiaques sont des époques.

Dieu donna à la lumière le nom de jour, et aux ténèbres le nom de nuit. *Jour* ici ne doit pas signifier *époque;* c'est impossible, évidemment. Que signifie-t-il? Un jour de 24 heures? Mais comment était-il mesuré, je vous prie? expliquez-vous. La nuit aussi est mentionnée par opposition au jour. Il est donc question ici d'un jour et d'une nuit ordinaire? Si ce n'est pas cela, qu'est-ce donc?

M. Godefroy passe outre, et entame une discussion sur la valeur des jours génésiaques. Nous en renvoyons l'examen à l'article JOURS PERIODES.

Passons à l'œuvre du second jour. « Dieu dit aussi : Que le firmament soit fait au milieu des eaux, et qu'il sépare les eaux d'avec les eaux.

Dixit quoque Deus : Fiat firmamentum in medio aquarum, et dividat aquas ab aquis. (*Gen.* I, 6.)

« Et c'est au centre de la masse moléculaire de la création, c'est au milieu des eaux sur lesquelles la lumière vient remplacer les ténèbres de l'abîme du premier jour, que Dieu fait le firmament pour constituer le ciel du deuxième jour. *Et fecit Deus firmamentum, divisitque aquas quæ erant sub firmamento ab his quæ erant super firmamentum; et factum est ita, vocavitque Deus firmamentum cœlum; et factum est vespere et mane dies secundus.* (*Gen.* I, 7, 8.)

« Dans les fastes de la science humaine, comme dans le récit de la révélation divine, un mot présente d'un seul trait l'ensemble de tous les faits du système céleste. Si nous interrogeons les savants, ils nous diront qu'une même force constitue l'essence de tous les corps, produit la stabilité de tous les êtres, attache et resserre la matière de tous les globes, lie toutes les sphères entre elles, et les retient chacune dans sa forme spéciale. Ils nous diront que, semblable à

une chaîne immense, cette puissance indéfinie s'étend à toute l'immensité de l'espace, qu'elle embrasse toutes les parties de la matière, que par elle enfin tout est lié, coordonné et mis en harmonie avec une sagesse, une régularité et une constance qui n'appartiennent qu'à Dieu même.

Dieu parle, et le chaos se dissipe à sa voix :
Vers un centre commun tout gravite à la fois.
Ce ressort si puissant, l'âme de la nature,
Etait enseveli dans une nuit obscure ;
Le compas de Newton, mesurant l'univers,
Lève enfin ce grand voile, et les cieux sont ouverts (509).

« Telle est la force mystérieuse que la science humaine désigne par le nom d'attraction, de pesanteur, de force centripète, de gravitation universelle ; et que, dans son religieux enthousiasme, elle proclame « le « chef-d'œuvre de l'intelligence créatrice et « l'objet éternel de l'admiration des anges « et des hommes (510). »

« Mais cette force inconnue qui préside à l'organisation du ciel, cette *force qui sert de lien et de support à tout l'univers matériel* (511), le livre divin l'avait appelé *ce qui affermit, ce qui consolide, ce qui solidifie*, ou simplement FIRMAMENT, *firmamentum*. » (P. 30 et suiv.)

Les commentateurs jusqu'ici ont émis sur le sens de ce mot des opinions bien différentes. Les uns, parmi lesquels il faut ranger saint Augustin, pensent que le firmament est la moyenne région de l'air, interposée entre les eaux supérieures ou les nuages et les eaux inférieures, celles des fleuves, des sources, etc. Les autres, et ceux-ci sont les plus nombreux, disent que le firmament dont parle ici Moïse, est le ciel étoilé et tous les globes célestes qui sont dans son voisinage au-dessous comme au-dessus, jusqu'au ciel empyrée. *Hæc est*, dit Cornelius à Lapide, *communis Patrum sententia, Philonis, Josephi, S. Basilii, Ambrosii, Procopii, Theodoreti, Chrysostomi, Ruperti, Gennadii et Severiani*, in Cat. Græcorum, *Hilarii* in Psal. CXXXV, *Bedæ lib.* De Nat. rerum, *Justini, q.* 93, *August. lib.* II De Civit. D., *cap. ult., et Jam. Onkeli, Oleastri, Lipomani, Molinæ et aliorum multorum.* (*Curs. compl.*, t. V, col. 144.)

Citons M. Godefroy : « Pour nous, dit-il, nous appuyant sur le texte primitif, sur la traduction des Septante, sur toutes les versions anciennes et sur presque toutes les versions modernes, nous entendons ces expressions de la *Genèse, fiat firmamentum in medio aquarum, et factum est ita firmamentum cœlum*, nous entendons ces expressions, d'une force centrale imprimée à la matière fluide de la création et de l'universalité des phénomènes qui en sont résultés. Et, ce que nous entendons, nous l'exprimons ainsi :

« Qu'il y ait FAISANT TENIR FERME AU CENTRE, *firmamentum in medio* ; qu'il y ait une force centrale qui affermisse, qui condense les eaux de l'abîme, et qu'en les condensant elle les divise, *fiat firmamentum in medio aquarum et dividat aquas ab aquis* ; et Dieu donna au firmament, mais au firmament AINSI FAIT, *factum est ita*, au résultat de l'opération du firmament, ou à l'abîme du premier jour ainsi condensé et divisé, le nom générique de ciel, *et factum est ita, vocavitque Deus firmamentum cœlum.*

« C'est-à-dire que la matière fluide de la création, placée sous l'influence de la force centrale, se condensait et se consolidait, et que par le fait même de cette condensation, ces eaux de l'abîme unique du premier jour se divisaient en agglomérations distinctes, en abîmes distincts et séparés, pour constituer le ciel ou les divers systèmes célestes. »

Nous aurons à revenir plus loin sur cette hypothèse d'une *force centrale* et de cette division de l'abîme unique en agglomérations distinctes. Nous nous bornerons ici à quelques observations.

Le *firmamentum*, c'est l'attraction.

Voici donc, d'après les idées de M. Godefroy, comment il faudrait traduire les 6e 7e et 8e versets :

« Que l'attraction soit faite au milieu de la masse moléculaire, et qu'elle sépare la masse moléculaire de la masse moléculaire.

« Et Dieu fit l'attraction, et il sépara la masse moléculaire qui était sous l'attraction de celle qui était au-dessus de l'attraction. Et cela se fit ainsi.

« Et Dieu donna à l'attraction le nom de ciel. Et du commencement à la fin se fit la seconde époque. »

M. Godefroy avance que la traduction des Septante, toutes les versions anciennes et presque toutes les versions modernes, entendent par *firmamentum* une *force centrale*. Nous avons vu plus haut qu'il n'en est rien. Cornelius à Lapide s'en explique ainsi : *Sicuti æs fluidum fundendo distenditur et condensatur, ita hic aqua densata in cœlos, vocatur græce στερέωμα, latine* firmamentum ; *est enim firmamentum quasi murus in medio aquarum, id est, inter duas aquas, superas scilicet et inferas interjectus, easque ab invicem dispescens et coercens.* (*Curs. compl.*, tom. IV, col. 142.) Et plus loin : *Verum dico, firmamentum esse cœlum stellatum, omnesque orbes cœlestes illi vicinos, tam inferiores quam superiores usque ad empyreum.*

Il produit ensuite cinq principales raisons à l'appui de ce sentiment. La cinquième est celle du sentiment commun des Pères que nous avons cités plus haut. Tous les commentateurs entendent donc du ciel le *firmamentum* du second jour, ainsi que le texte le dit formellement. Il n'est donc pas exact d'avancer que les versions permettent de traduire *firmamentum* par je ne sais quelle *force centrale* ou *faisant tenir ferme au centre*, qui n'était encore venu jusqu'ici à l'esprit de personne.

(509) VOLTAIRE, *Elém. de la philos. de Newton.*
(510) *Syst. du monde*, par LAMBERT.
(511) *Discours sur l'étude de la philosophie nat.*, par John HERSCHELL, p. 58.

M. Godefroy est obligé de placer sa *force centrale*, ou l'attraction, au milieu de la masse moléculaire, *in medio aquarum;* mais Moïse ajoute que ce *firmament* est destiné à *séparer les eaux des eaux*, ou la masse moléculaire de la masse moléculaire. Si le *firmamentum* est l'attraction au centre, nous comprenons que cette force centrale condense toute la masse moléculaire en un globe, mais nous ne pouvons comprendre qu'elle la sépare en deux parties ou deux globes, qu'elle la divise en agglomérations distinctes. Qu'on fasse intervenir pour cela la puissance du Créateur, je le veux bien; mais alors qu'on n'invoque pas la science dont les lois sont tout opposées aux effets qu'on veut obtenir ici.

Le septième verset devient complétement inintelligible. Qu'est-ce que séparer la masse moléculaire qui était au-dessous de la force centrale, de la masse moléculaire qui était au-dessus de cette même force? Qu'est-ce qu'une force qui a un dessous et un dessus?

Le huitième verset est également travesti d'une manière bizarre : *Vocavitque Deus firmamentum cœlum*, et Dieu appela ciel l'attraction ou force centrale. Mais dans l'interprétation de M. Godefroy il y a deux firmaments, la force centrale de la masse au-dessous et la force centrale de la masse au-dessus, après la division en deux de la masse unique primitive. Et cependant Dieu ne parle jamais que d'un firmament qu'il nomme *ciel*. Dans la Bible, c'est évidemment le firmament qui est fait; dans M. Godefroy, c'est le firmament lui-même qui opère.

Quoi qu'il en soit, le *firmament* est resté synonyme de *ciel*, dans le sens de la voûte apparente au-dessous de laquelle nous voyons se mouvoir les corps célestes, et c'est une éternelle protestation contre le sens étrange donné à ce mot par M. Godefroy. *Cœli enarrant gloriam Dei, et opera manuum ejus annuntiat firmamentum.*

« Ce que nous voyons dans le *livre des générations du ciel et de la terre* (*Gen.* II, 4), toute la tradition, dit M. Godefroy, l'a vu avec nous (page 65). » Nous avons vu ce qu'il en est de ces assertions audacieuses.

« Sans doute, ajoute M. Godefroy, nous sommes loin de prétendre qu'il n'y a pas beaucoup de vague, d'incertitude, et souvent même beaucoup d'inexactitude dans les explications de ces anciens interprètes sur cette cause efficiente de tout ce qui existe, sur ce firmament du deuxième jour qu'ils appellent, les uns le cordon ombilical du monde, le milieu des choses; les autres, le mystère du sein maternel, l'enfantement de la nature (saint Ephrem, *in Gen.*). Sans doute tous ces interprètes n'ont pas saisi dans tous ses développements la grande loi qui a présidé à l'organisation des mondes... Mais nous devons constater qu'ils ont reconnu que le firmament de l'hébreu, dans sa signification primitive et radicale, exprime l'action d'affermir et de solidifier ce qui était auparavant rare et fluide. *Firmamentum hebraice vocatur* RAKIA, *cujus radix* RAKA *significat firmare ac solidare rem aliquam quæ prius fluida erat et rara.*» (*Curs. compl.*, t. V.)

Oui, nous reconnaissons que les commentateurs admettent que *firmamentum* dérive en latin comme en grec et en hébreu d'un mot qui signifie *affermir, solidifier;* mais assurément il ne s'en suit pas du tout qu'ils y reconnaissent l'attraction. Ils n'y voient que le ciel étoilé, comme nous l'avons montré plus haut. Et cela est si vrai, que l'auteur du commentaire auquel vous empruntez la citation que vous venez de faire admet, avec Procope, Théodoret, Bède, saint Justin et beaucoup d'autres, qu'au-dessus du firmament fait le second jour, ou ciel étoilé, sont les eaux supérieures, véritables eaux, et qu'elles sont là pour beaucoup de raisons qu'il énumère, et que nous n'entreprendrons pas de discuter ici. Le lecteur les trouvera à la colonne 147 du tome V du *Curs. compl.* publié par M. l'abbé Migne. Ce qui nous suffit en ce moment, c'est de constater que vous êtes en flagrante contradiction avec cette tradition sur laquelle vous prétendez vous appuyer.

M. Godefroy, après avoir interprété divers passages de l'Ecriture et des commentateurs avec le même bonheur qu'il a interprété le texte de la *Genèse*, résume ainsi la conception de son imaginative :

« L'opération du deuxième jour est l'opération par laquelle le Créateur donne la forme à la matière; et cette formation de l'univers matériel est proclamée l'ouvrage du firmament. Dans cette architecture céleste, les masses stellaires et planétaires, les mondes et les systèmes de mondes sont également compris. La terre n'est point nommée dans la dédicace de l'édifice de la création, parce que le soleil, la lune et les étoiles ne sont point nommés dans cette dédicace. Les globes célestes et le globe terrestre ne sont pas encore nominativement distingués, parce que cet édifice, ouvrage du firmament, est un tout uniforme dont chacune des parties, modelée sur le même patron et assujettie à la même loi, n'a encore rien de distinctif. La terre n'est point nommée, et les astres, qui constituent le ciel, ne sont point nommés, parce que le ciel du deuxième jour comprend l'universalité des choses créées, parce que ce ciel du deuxième jour est le ciel du firmament, l'ouvrage tout entier du firmament, l'introduction de la forme dans la matière créée, ou la formation de la création entière »

Ainsi, il est bien entendu que toute cette œuvre du deuxième jour n'est qu'une ébauche, et qu'aucun des mots dont se sert Moïse dans ce récit du second jour comme dans celui du premier, n'exprime rien de ce qu'il paraît exprimer.

Après avoir essayé si malheureusement de traduire les sixième, septième et huitième versets du 1er chapitre de la *Genèse* par le roman cosmogonique de Laplace, M. Godefroy présente les idées herschéliennes sur la nature des nébuleuses, et analyse les imaginations des astronomes sur ce sujet. M. Godefroy veut qu'à l'origine du monde, il n'y

ait eu qu'une incommensurable nébuleuse, *divisée* par l'attraction en nébuleuses secondaires ; il prétend le prouver par le texte de l'Ecriture, et le confirmer par ce qui s'est dit et écrit depuis Herschell sur les nébuleuses, lesquelles, comme on sait, sont devenues nulles aujourd'hui, de problématiques qu'elles avaient toujours été (*Voy.* l'article NÉBULEUSES) : c'est là que nous discuterons les idées de M. Godefroy, de M. Marcel de Serres, etc.

M. Godefroy passe ensuite à la formation des planètes et du soleil. Le mouvement gyratoire imprimé à la nébuleuse d'où doit sortir tout notre système planétaire, détache successivement des anneaux à l'équateur de ce globe nébulaire originel. De là le soleil et les planètes. *Voy.* PLANÈTES.

A l'origine, c'est-à-dire aux temps décrits par les premiers versets du 1er chapitre de la *Genèse*, ou autrement à la première époque génésiaque, il n'y avait qu'une masse unique dont les éléments devaient constituer tous les mondes existant aujourd'hui dans l'espace. Il a fallu faire au second jour la part des cieux, qui dut être la grande part, et la part de notre globe terraqué. C'est ce que dit Moïse par les eaux en dessus du firmament et les eaux en dessous de ce même firmament. M. Godefroy veut que ce soit le firmament, c'est-à-dire l'attraction qui ait fait ce partage. Il suppose, dans la masse immobile des éléments originels, d'innombrables centres d'attraction, de manière que chaque masse particulière se condensait sur place, en agglomérant les molécules qui se trouvaient dans les limites de sa sphère d'attraction, et s'isolant ainsi des masses voisines. Qui est-ce qui détermine ces centres d'attraction? aucune loi connue. M. Godefroy imagine cela pour la commodité du système. Mais il y a dans le texte : *Fiat firmamentum in medio aquarum et dividat aquas ab aquis*. Or, le firmament c'est l'attraction, les eaux sont la grande masse moléculaire. Il faudrait être bien difficile pour ne pas admettre comme conséquence d'une interprétation aussi lucide qu'il s'établit des centres d'attraction dans ladite masse primitive.

Voilà donc l'attraction, ou mieux encore le *faisant tenir ferme au centre*, suivant la traduction nouvelle du *firmamentum* par M. Godefroy, qui divise en agglomérations infinies la masse moléculaire originelle ; si, à présent, vous tenez à arranger le septième verset avec ce procédé cosmogonique, vous vous en tirerez comme vous pourrez.

Et fecit Deus firmamentum, divisitque aquas quæ erant sub firmamento, ab his quæ erant super firmamentum. Qu'est-ce que diviser les eaux, c'est-à-dire les agglomérations de matière nébulaire qui étaient *sub firmamentum*, c'est-à-dire au dessous de l'attraction, d'avec les eaux ou agglomérations de matière moléculaire *quæ erant super firmamentum*, qui étaient au-dessus de l'attraction?

Quoi qu'il en soit, pour M. Godefroy, l'agglomération au-dessous de l'attraction, c'est notre globe terrestre, comme nous allons le voir dans le chapitre suivant.

Avant de passer à l'œuvre du troisième jour, M. Godefroy nous donne ses idées sur l'origine des comètes, des nébuleuses et sur la formation des planètes et du soleil de notre système. Nous renvoyons aux articles COMÈTES, NÉBULEUSES, PLANÈTES, SOLEIL.

Arrivons au récit du troisième jour génésiaque. M. Godefroy le commente de la manière suivante :

« Le troisième jour, les eaux détachées de l'abîme originel pour être en firmament au-dessous, constituent une masse unique, une conglomération unique ; et c'est du sein de cette conglomération unique sous le ciel que surgit le globe déjà consolidé de la terre.

« Les deux premiers jours, la lumière venait remplacer les ténèbres sur la face de l'abîme de la création, tandis que le firmament agissait au centre de ce même abîme qu'il divisait en abîmes distincts et séparés. Mais voici qu'il nous est révélé que, sous le ciel, il n'y eut qu'un seul abîme ; que les eaux en firmament au-dessous constituèrent une seule et unique conglomération, une congrégation unique, UNE SYNAGOGUE UNIQUE ; et que le globe terrestre, appelé ici l'ARIDE, fut le produit du firmament, fait au milieu de cet abîme unique sous le ciel : *Dixit vero Deus : Congregentur aquæ, quæ sub cœlo sunt, in locum unum* (*in congregationem unam, in synagogam unam*) (512) : *et appareat arida. Et factum est ita* (*Gen.* I, 9). « Alors Dieu dit : « que les eaux sous le ciel n'occupent qu'un « seul lieu, et que les eaux ne forment sous « LE CIEL (513) qu'une seule congrégation, « qu'une synagogue unique ; et que l'aride « apparaisse. Et il fut fait ainsi. »

« Dans le récit de l'œuvre du troisième jour, il n'est plus question que des eaux en firmament au-dessous ; et c'est du milieu de ces eaux séparées des eaux en firmament au-dessus, c'est du milieu de ces eaux sous le ciel que le noyau solide, le ferme, apparaît. Mais remarquons qu'il est spécifié que ces éléments séparés des éléments du ciel furent confinés dans un seul lieu, pour ne composer qu'une seule et unique agglomération, une synagogue unique, *in locum unum, in synagogam unam*. Moïse, dont la mission spéciale était de nous révéler les origines du globe que nous habitons, ne nous parle que de l'agglomération de ces éléments sous-célestes. Mais, en notant que les éléments qui ne sont pas les éléments du ciel furent conglobés en synagogue unique, pour n'occuper qu'un seul lieu sous le ciel, pour ne constituer qu'un seul système sous-céleste, il nous donne à entendre qu'il n'en a pas été ainsi pour les éléments constitutifs du ciel, pour les élé-

(512) Version des Septante (εις συναγώγην μίαν).

(513) Le sens que présente l'Hébreu n'est pas restreint et limité comme celui offert par la Vulgate. Dans l'original il n'y a point de proposition incidente; l'expression *sub cœlo* n'est point accompagnée des mots *quæ sunt*. (GODEFROY.)

ments qui composent le firmament du dessus, *altitudinis firmamentum*, le firmament, qu'il appellera bientôt le firmament du ciel, *firmamentum cœli*. Cette épithète ou cette dénomination de conglomération unique appliquée au firmament du dessous, aux eaux constituées en FIRMAMENT SOUS LE CIEL, par opposition au firmament du dessus, aux eaux constituées EN FIRMAMENT D'EN HAUT, EN FIRMAMENT DU CIEL, cette qualification distinctive n'a plus aucun sens, du moins dans sa signification relative, si elle ne sert à marquer une différence essentielle dans le mode d'agglomération; si elle n'indique qu'à l'opposite des choses terrestres ou des éléments sous le ciel (314), les choses célestes ou les éléments du firmament du ciel ont constitué une infinité d'agglomérations distinctes dans l'immensité de l'espace.

« Mais voici qu'en même temps il nous est révélé que les éléments qui englobent l'aride ou le noyau solidifié de la terre sont les éléments qui composent aujourd'hui toutes les mers du globe, au milieu desquels s'était effectuée cette solidification du globe terrestre. Voici qu'il nous est révélé que ces eaux extérieures du troisième jour sont les eaux de toutes les mers et de tous les fleuves, qui passent, à leur tour, de l'état de vapeurs à l'état d'aggrégation, de condensation, en se déposant à la surface du globe terrestre solidifié le deuxième jour, à la surface du globe terrestre FAIT FIRMAMENT AU MILIEU DES EAUX : *Et vocavit Deus aridam terram, congregationesque aquarum appellavit maria :* « Et Dieu donna à l'élément « aride le nom de terre; puis il donna le « nom de mer aux amas des eaux, aux con« grégations des eaux. » Ainsi se termine la relation historique de la première partie de l'œuvre du troisième jour, avec la formule sacramentelle ordinaire : « Et Dieu vit que « cela était bon : *Et vidit Deus quod esset bonum* (*Gen.* I, 10). »

« Ici nous ne devons nous occuper que de ce qui est relatif à la constitution physique du globe terrestre. Or, sur ce premier point, seul accessible aux investigations de la science, sur le double phénomène de la condensation des eaux à la surface de la terre et du surgissement de cette surface au-dessus de son enveloppe liquide, il n'y a plus et il ne peut plus y avoir qu'une voix parmi les savants. Toutes les théories modernes amènent à cette conclusion, qu'à cette époque les eaux de toutes les mers et de tous les fleuves étaient tenues en dissolution dans l'atmosphère, qui devait occuper une grande étendue autour de la terre; que les eaux sont le dernier produit de la condensation de la matière originelle; que ce ne fut qu'à la dernière époque, ou après l'entière solidification de la surface du globe terrestre, que les eaux, jusque là retenues à l'état de vapeurs, purent enfin se condenser et se déposer à cette surface

« Les eaux du troisième jour s'agglomérèrent dans un seul lieu, pour ne constituer qu'une seule conglomération; et c'est du sein de cette conglomération unique sous le ciel que surgit ensuite le globe déjà consolidé de la terre : *Et appareat arida, et vocavit Deus aridam terram.* Puis, voici que l'historien de la création ajoute qu'à l'apparition de la terre, les eaux furent distribuées dans les divers bassins des mers; ce qu'il exprime en disant que Dieu donna aux amas des eaux, aux congrégations des eaux, le nom de mers, *congregationesque aquarum appellavit maria.*

« Considérons tout d'abord, en n'envisageant plus le récit historique que sous son point de vue spécial, par rapport à la terre et à sa constitution physique, considérons que ce précis synoptique fait état de deux opérations distinctes et successives : de la condensation ou de l'agrégation des eaux élémentaires à la surface du globe terrestre fait firmament au milieu de ces mêmes eaux; et de l'évulsion de ce firmament inférieur appelé ici élément aride, ou de l'émersion de l'élément central consolidé dès le deuxième jour. Que les eaux du firmament sous le ciel s'agglomèrent dans un seul lieu, qu'elles ne constituent qu'une seule conglomération, *in locum unum, in congregationem unam;* c'est la première opération. Et que l'élément aride paraisse, *et appareat arida;* c'est la seconde opération. La première opération, ou la condensation des eaux élémentaires à la surface de la masse solidifiée du noyau central, détermine leur nouvelle modalité ou leur liquéfaction. Et la seconde opération, ou l'évulsion de la masse solidifiée au-dessus de la masse liquéfiée, détermine la division de cette CONGRÉGATION UNIQUE des eaux en CONGRÉGATIONS MULTIPLES; dernière opération qui constitue l'état physique du globe terrestre, d'où résultent les dénominations distinctives de mers et de continents : *Et vocavit Deus aridam terram, congregationesque aquarum appellavit maria.*

« Le troisième jour, les eaux du dessous, c'est-à-dire les eaux séparées des abîmes préparés pour les cieux, ces eaux sous célestes, placées le deuxième jour sous l'influence du FAISANT TENIR FERME, continuent d'obéir à l'action de cette force centrale qui agit en dernier lieu à la surface; et ces eaux du troisième jour se condensent en s'agglomérant, *congregatione spissata*, autour ou à la surface du globe terrestre fait firmament dès le deuxième jour, ou en même temps que les globes célestes, *etenim firmavit orbem terræ, parata sedes tua ex tunc.* Mais, parce que l'agglomération de ces eaux principes est la cause efficiente de leur liquéfaction, parce que cette agglomération est l'opération même qui détermine leur transmutation en une masse aqueuse qui enveloppe l'aride ou la masse solide, *terram*

(314) Dans le siècle de Voltaire on n'aurait pas oublié de nous demander si la terre est sous le ciel. Aujourd'hui le bons sens public ferait justice d'une pareille objection. (GODEFROY.)

longe lateque subsidens, Moïse ne distingue que par son universalité, il ne distingue que par sa qualification de SEULE ET UNIQUE cette conglomération primitive, des conglomérations qui constituent les mers A L'APPARITION DE LA TERRE.

« Avant l'apparition de la terre, les eaux du troisième jour ordonnées pour composer une conglomération UNIQUE SOUS LE CIEL, ne sont pas distinguées autrement des conglomérations préparées pour les cieux; ces eaux du troisième jour ne sont pas autrement distinguées des eaux soumises le deuxième jour à l'action du firmament pour la génération de tous les cieux, *ex qua abysso, sive aqua densata atque solidata facti sunt cœli omnes, sive firmamentum die secundo.* Mais, à ce nouvel ordre du Créateur : Que le ferme apparaisse, *appareat arida*, nous comprenons que les derniers produits de cette conglomération unique sous le ciel sont de la même nature que les conglomérations qui vont constituer les mers.

« Nous n'ignorons pas que certains commentateurs n'ont voulu voir, dans la double opération décrite par Moïse, qu'un seul et même événement qui aurait mis nos continents à découvert par la retraite des eaux. Mais rien dans la géographie physique ni dans le récit historique ne favorise cette opinion. Si les eaux qui enveloppaient le globe dans l'origine, comme le disent ces commentateurs, s'étaient rassemblées ou *retirées dans un seul lieu*, comme l'expliquent encore ces mêmes commentateurs, il n'y aurait sur toute la surface de la terre qu'un seul bassin pour toutes les eaux ; il n'y aurait qu'une seule et même nappe d'eau, il n'y aurait qu'une mer unique. Et pourtant nous voyons la surface de la terre partagée inégalement en terres et en eaux ; nous voyons ces eaux former plusieurs océans ou plusieurs mers extérieures, et chacune de ces mers extérieures former, sur chaque continent, un certain nombre de mers intérieures ou méditerrannées. Ajoutons qu'il est avéré, en géologie, que ces mers intérieures étaient beaucoup plus multipliées autrefois qu'aujourd'hui; que dans l'origine, les mers moins profondes qu'elles ne le sont maintenant, occupaient un très-grand nombre de centres ou bassins plus ou moins resserrés, et souvent sans communication aucune entre eux. Or, l'interprétation de ces commentateurs ne saurait être en contradiction manifeste avec l'observation, sans être en même temps directement opposée à la lettre du texte sacré ; et c'est ce qui arrive en effet.» Cette explication n'est évidemment qu'une subtilité.

« Dans le récit génésiaque, les eaux s'agglomèrent ou se rassemblent EN UN SEUL LIEU, pour ne former qu'UNE SEULE ET MÊME CONGLOMÉRATION, *in locum unum, in congregationem unam;* et dans ce même récit, ces eaux sont confinées dans DIVERS LIEUX, elles forment PLUSIEURS AMAS, PLUSIEURS CONGLOMÉRATIONS OU PLUSIEURS MERS : « *Congregationesque aquarum appellavit maria*, et il donna le nom de MERS aux amas des eaux, AUX CONGLOMÉRATION DES EAUX. » Evidemment ces amas des eaux en des lieux différents, ou selon l'expression originale, CES CONGRÉGATIONS DES EAUX, qui deviennent autant de mers, ne sont pas le résultat du rassemblement des eaux dans un seul lieu, ou de leur agglomération en une seule masse, EN UNE SEULE CONGRÉGATION. Ce qu'il pouvait y avoir d'obscur dans le 9e verset est clairement expliqué par ce qui précède et par ce qui suit ; par ce qui précède, puisque nous sommes avertis que ces eaux, qui s'agglomèrent SOUS LE CIEL, font partie des eaux élémentaires tirées de l'abîme universel du premier jour, et condensées et consolidées dans leur milieu dès le second jour ; et par ce qui suit, puisque ces eaux agglomérées sous le ciel ne doivent occuper qu'un seul et même lieu, ne doivent composer qu'une seule et même masse, une seule et même congrégation ; et que les eaux, dont il est question dans le verset suivant, sont divisées et partagées en plusieurs masses, en plusieurs congrégations, pour former autant de mers dans des lieux différents. Il faut donc qu'il y ait eu une opération intermédiaire entre cette agglomération des eaux élémentaires en une seule congrégation aqueuse ou en une mer universelle, et la distribution des eaux de cette congrégation unique en plusieurs congrégations ou plusieurs mers. Cette opération intermédiaire est l'évulsion terrestre, ou le surgissement de la surface solidifiée du globe au-dessus de cette enveloppe liquide, au-dessus de cette mer primitive.

« Cette vérité capitale ressort en toute évidence de chacune des expressions des deux versets de la Genèse que nous examinons ici : « Que l'élément aride paraisse : » L'ARIDE, par opposition à ce liquide universel, l'élément aride, par opposition à l'élément aqueux ; PARAISSE : l'élément aride n'était donc pas visible auparavant, il était donc caché, couvert, enseveli, l'eau le recouvrait donc entièrement; et c'est du sein des eaux qu'il APPARAIT, *appareat ;* car telle est l'expression simple, mais sublime de l'original. Et Dieu donne à ce nouvel élément qui apparaît à découvert le nom de terre, et il appelle les amas des eaux mers. LES AMAS DES EAUX, *congregationes aquarum :* il n'y avait qu'un seul amas, qu'une seule nappe d'eau, *congregationem unam,* avant l'apparition de la terre ; mais la terre, en apparaissant, en se montrant au-dessus de l'immensité de ces eaux, les a divisées, et d'une mer universelle elle en a fait plusieurs mers, *congregationesque aquarum appellavit maria.* Ce nom de mers n'est donné aux eaux qu'après qu'elles eurent été divisées par le surgissement de la masse intérieure, consolidée dès le deuxième jour ; et la terre, qui n'apparaît qu'après la formation des eaux, reçoit son nom la première, parce que, avant son apparition, l'universalité des eaux n'était susceptible d'aucune dénomination particulière, parce qu'aucune autre dénomination

que celle d'amas unique, d'agglomération unique ne convenait à leur universalité. »

Ainsi, pour résumer, l'*aquæ* du 9e verset signifie les *eaux* du dessous, mais ces eaux du dessous, lecteur, ne sont pas les eaux que vous connaissez ; ce sont les eaux qui furent séparées des abîmes préparés pour les cieux, le deuxième jour, sous l'influence DU FAISANT TENIR FERME, ou en langage un peu plus *humain*, sous l'influence de l'attraction. Qu'était-ce que ces eaux principes, comme les appelle notre auteur? était-ce des eaux à l'état de vapeur? Etait-ce seulement les éléments de l'eau, l'hydrogène et l'oxygène? En ce dernier cas sous quelle pression ces gaz se sont-ils combinés pour faire de l'eau?

Quoi qu'il en soit de ces questions et de mille autres que la physique et la chimie pourraient adresser à l'auteur, non seulement ici mais à chaque page de son livre, toujours est-il que, d'après M. Godefroy, la première opération du troisième jour consiste à liquéfier les eaux élémentaires et à les agglomérer, *congregentur*, en un seul lieu, *in unum locum*, c'est-à-dire en une mer universelle enveloppant notre globe tout entier. M. Godefroy veut que ce soit là le sens du 9e verset.

Ce n'est qu'au 10e verset que ces eaux, qui couvrent la terre entière, sont rassemblées en plusieurs conglomérations ou plusieurs mers : *congregationes aquarum*.

Voyons maintenant comment les interprètes ont entendu ce 9e et 10e verset.

Voici la traduction du P. de Carrières :

« Dieu dit encore : que les eaux qui sont *restées* sous le ciel, *et qui couvrent la face de la terre*, se rassemblent en un seul lieu, et que *l'élément* aride paraisse, et cela se fit ainsi

« Dieu donna à *l'élément* aride le nom de terre, et il appela mer toutes ces eaux rassemblées. Et il vit que cela était bon *et conforme à ses desseins.* »

C'est là le sentiment unanime des Pères et des commentateurs.

M. Godefroy place ici quelques observations sur la formation des terrains intermédiaires ou de transition, appelés paléozoïques par Phillips, Murchison, A. d'Orbigny, etc., et sur les soulèvements. Nous renvoyons la discussion de ces deux points aux mots JOURS, PÉRIODES et SOULÈVEMENTS.

Quant au 11e et 12e verset qui concernent la création des premiers végétaux, voici ce que M. Godefroy a imaginé pour leur donner la lumière qui était nécessaire à leur développement. Figurez-vous qu'à l'origine de notre système planeto-solaire, il n'y avait qu'un globe d'un volume prodigieux, composé de la même manière que le soleil d'aujourd'hui, s'il en faut croire M. Godefroy. Ainsi, cette masse globulaire primitive était formée d'une masse moléculaire centrale d'où sont sorties, par l'effet du mouvement rotatoire, toutes les planètes ; et au-dessus de cette masse moléculaire était une atmosphère d'une étendue immense et prodigieusement raréfiée, terminée par une enveloppe lumineuse qui serait aujourd'hui ce que les astronomes appellent la photosphère du soleil. La terre, lancée des flancs du noyau central, se trouva au troisième jour dans l'atmosphère solaire, au-dessous et à une distance convenable de la photosphère qui l'éclairait et l'échauffait. Voici tout au long la théorie de M. Godefroy.

« En revenant ainsi par les déductions de la science moderne au récit de l'historien de la création, nous comprenons que l'électrisation était encore peu avancée, ou que le fluide électrique ne manifestait encore sa présence que d'une manière imparfaite, et que ses effets calorifiques étaient peu énergiques encore à la troisième époque génésiaque, c'est-à-dire à une époque où la masse centrale et l'atmosphère du soleil avaient encore une extension considérable. Et, puisque la théorie d'accord avec l'observation nous apprend que le plus subtil de tous les fluides exerce son empire dans les régions de l'espace où l'air atmosphérique est porté au plus haut degré de raréfaction qu'il soit possible d'imaginer, nous comprenons que la terre et toutes les planètes ont pu opérer leurs révolutions dans un milieu qui devait être moins matériel que le vide le plus parfait de la machine pneumatique. C'est sur cette atmosphère primitive que se développait l'atmosphère électrique, ou, si on l'aime mieux, l'atmosphère éthérée de tout le système planéto-solaire, en tout semblable à l'atmosphère lumineuse, *purement superficielle*, de ces sphères immenses appelées nébuleuses planétaires.

« En tout cas, l'existence d'une enveloppe lumineuse ou la concrétion du fluide lumineux dans les plus hautes régions de l'atmosphère solaire est une preuve toujours subsistante de la vérité du récit de l'historien de la création, qui nous apprend que la lumière a brillé dans les cieux avant l'apparition du soleil ; que la lumière est un corps différent et indépendant du soleil, ou que, dès le premier jour, le fluide lumineux fut réellement et physiquement séparé de la matière opaque qui compose les globes célestes : *Et facta est lux, et divisit lucem a tenebris;* et que, relativement à la terre, le soleil ne fut environné de son auréole lumineuse, ou que la nuit ne succéda au jour et le jour à la nuit qu'à la quatrième époque de la création : *Ut lucerent super terram et præessent diei ac nocti.*

« Maintenant, puisqu'il est pareillement démontré que l'atmosphère du soleil est entièrement comprise sous cette enveloppe lumineuse, et qu'elle ne s'étend point au delà, il est démontré par cela même que toutes les opérations de la nature primitive, si habilement exposées par M Laplace, n'ont pu s'effectuer qu'au sein même de cette atmosphère ou dans l'espace compris entre le noyau central et l'auréole lumineuse du monde planéto-solaire.

« Nous ne répéterons pas ce que nous avons dit ailleurs, pour établir que la terre et toutes les planètes n'ont pu prendre naissance qu'aux limites successives de la masse moléculaire et constitutive du globe solaire, du noyau central du soleil, et que l'organisation de la terre, d'un volume et d'une masse comparativement si minimes, fut nécessairement antérieure à l'organisation du globe central. Mais nous avons ici à répondre à une dernière objection.

« Quand la masse du globe solaire était encore à l'état de vapeurs, ses éléments constituants se renfermaient sans cesse dans un espace moins étendu proportionnellement à leur condensation, et par conséquent son atmosphère se resserrait et les particules de l'enveloppe lumineuse de cette atmosphère se rapprochaient les unes des autres dans la proportion de la diminution de la surface de cette enveloppe. A une certaine époque déterminée par la *Genèse*, le troisième jour de la création de la matière et de la production de la lumière, la terre se couvrit d'une première végétation; et pourtant il n'y avait point encore de *luminaires pour marquer le jour et la nuit, et pour distinguer les temps et les saisons, les jours et les années.* Ainsi, d'après la *Genèse*, la terre, à cette époque, opérait encore sa révolution dans l'enceinte comprise sous cette enveloppe lumineuse, d'où elle allait sortir pour être soumise à l'alternance du jour et de la nuit, et bientôt après à la vicissitude des saisons. Mais, va-t-on nous dire, comment la végétation a-t-elle pu se développer au milieu de cette atmosphère de la masse constitutive du noyau solaire?

« Avant de répondre directement à cette dernière objection, il nous sera permis d'opposer à notre tour une difficulté bien autrement inexplicable dans le système de M. Laplace et dans tous les systèmes à effluxions solaires, il nous sera permis de retourner contre nos adversaires la difficulté qu'ils ont opposée avec tant d'insistance à l'exactitude du récit biblique.

« Les terrains cambrien, silurien et houiller se retrouvent avec les mêmes caractères non-seulement en France, en Angleterre, en Allemagne, mais encore en Russie et jusqu'en Sibérie et au voisinage des pôles, dans des contrées où règnent des nuits de plus de deux mois et où la végétation est absolument nulle aujourd'hui; et ces mêmes terrains occupent de grands espaces en Amérique et renferment des plantes analogues à celles qui vivent aujourd'hui sous l'équateur. Il ne suffirait pas de répondre que la température climatérique des pôles était alors aussi élevée que l'est maintenant celle des régions tropicales: que le climat primitif du globe était indépendant de la chaleur solaire, car un certain degré de température n'est pas la seule condition nécessaire à la végétation. Puisque la lumière est indispensable à la végétation, puisque les plantes ont besoin de la lumière pour croître et se reproduire, comment concevoir que cette végétation primitive ait pu exister indépendamment de toute lumière? On a eu recours à un déplacement de l'équateur, à un choc de comète contre la terre; on dit aujourd'hui qu'on manque d'expériences pour savoir si des plantes pourraient vivre privées de la lumière du soleil, éclairées seulement par la lune et par les étoiles (515); toutes hypothèses ou conjectures qui témoignent de l'impuissance des géologues à expliquer un fait naturel.

« Un célèbre physiologiste a bien compris toute la difficulté de la position, M. de Candolle a bien compris l'impossibilité de concevoir la manifestation de semblables phénomènes vitaux sous l'influence de la faible lumière qui éclaire aujourd'hui les pôles de la terre, lorsqu'il recourt à ces suppositions: « Peut-être un jour trouvera-t-on que le ma- « gnétisme terrestre et une haute température « du globe ont pu produire jadis une lumière « inconnue maintenant; peut-être découvrira-t-on que les aurores boréales ont été « autrefois plus fréquentes et plus intenses que dans notre époque. » Et ailleurs: « M. Lindley remarque, avec raison, que les « plantes des pays équatoriaux ont besoin de « lumière et d'une lumière distribuée également, autant que de chaleur: un très-petit « nombre d'espèces végétales peuvent supporter la privation de la lumière pendant « quelques mois. Il faut donc, pour que des « fougères en arbres aient pu vivre là où est « le pôle arctique maintenant, que l'inclinaison de la terre sur le plan de l'équateur ait « changé. » Puis le grand botaniste exprime encore sa conviction en ces termes: « Ce « qui me paraît toujours un fait, c'est que « les végétaux fossiles de la baie de Baffin « étaient éclairés autrement que ceux qui « vivent de nos jours dans cette région (516). »

« Avouez donc que la nécessité de trouver une *autre* lumière pour les végétaux fossiles des régions polaires nous ramène au récit de Moïse. Avouez que cette grave difficulté ne trouve sa solution que dans la théorie mosaïque, et que les conséquences que fournit tout naturellement le récit de l'historien inspiré ne sont que la reproduction exacte et parfaite de ce qui caractérise le dépôt *universel* des premiers terrains de transition; car, dans cette théorie, la lumière régnait sans partage sur toute la surface du globe, puisque la nuit ne succéda au jour et le jour à la nuit qu'à la quatrième époque de la création.

« Venons à la grande objection.

« Il ne peut s'agir dans cette objection que de la température du lieu que la terre occupait relativement à la distance où elle se trouvait

(515) Voy. *Echo du monde savant*, du 2 octobre 1836. — *Analyse du Cours de Géologie professé au Collége de France*, par M. Elie de Beaumont, etc.

(516) *Bibl. univers.*, avril 1835. — *Introduction à l'étude de la Botanique*, t. II, c. 6.

du foyer de la chaleur et de la lumière, car, quant à la température propre ou originelle de la terre, on peut dès cette époque la considérer comme suffisamment abaissée pour les besoins de la végétation. Or, l'influence du disque lumineux sur les régions que la terre parcourait à la fin de ce troisième jour de la *Genèse* ne pouvait être beaucoup plus considérable que l'influence qu'il exerce aujourd'hui. En effet, s'il est vrai que l'intensité de la chaleur et de la lumière est en raison inverse du carré des distances, il est vrai aussi que les surfaces des globes sont comme les carrés des diamètres. Ainsi, en supposant qu'à cette époque la terre opérât sa révolution à une distance de l'enveloppe lumineuse égale au rayon actuel du globe *total* du soleil, la chaleur qu'elle en recevait aurait été environ 48 mille fois plus grande que celle qu'elle reçoit présentement de cet astre, si la densité de l'enveloppe incandescente eût été la même qu'aujourd'hui. Mais, dans cette hypothèse, la surface de cette enveloppe était 48 mille fois plus grande; et par conséquent la température qui en résultait pour la terre n'était pas supérieure à celle que le soleil lui communique à l'époque actuelle, toutes choses égales d'ailleurs.

« Nous disons toutes choses égales d'ailleurs; car il est plus que probable qu'à cette époque l'auréole lumineuse du soleil dont la puissance sidérale augmentait incessamment au fur et à mesure de la déperdition du calorique des masses solaire et planétaires, il est au moins infiniment probable que ce réceptacle unique de la chaleur primitive de tout le système planétaire, était loin d'avoir à cette époque l'énergique activité que nous lui connaissons. Remarquons encore qu'en raison du prodigieux développement de cette surface lumineuse, l'action de cette surface était infiniment moins puissante sur le globe terrestre, qui ne répondait directement, à cette distance, qu'à une très-petite partie de cette immense surface.

« On conçoit dès lors que la terre pouvait être beaucoup plus rapprochée encore de l'enveloppe lumineuse, sans que la chaleur qu'elle en recevait fût beaucoup plus grande que celle qu'elle reçoit aujourd'hui du soleil. Aussi est-ce bien moins à la proximité du disque lumineux qu'au dégagement de la chaleur produite par la solidification de la masse intérieure de la terre et par la condensation de la masse centrale du soleil, que nous attribuons la chaleur d'origine qui se maintient encore dans l'écorce superficielle du globe.

« Ajoutons à ces considérations péremptoires que l'atmosphère de la terre, encore peu épurée et beaucoup plus chargée qu'aujourd'hui, devait protéger puissamment sa surface contre le rayonnement du fluide lumineux, et nous concevrons que l'immersion même du globe terrestre dans ce fluide lumineux si prodigieusement dilaté n'aurait pu influer que bien faiblement sur sa température.

« On verra tout à l'heure que si le fait d'une pareille immersion paraît être une condition absolue de notre hypothèse, les phénomènes de la nature nous autorisent à ne recourir qu'à une simple station de la terre dans des régions plus ou moins rapprochées des régions occupées alors par ce fluide lumineux.

« Or, il est possible que cette station de la terre n'ait été qu'instantanée; car, qui dira que le Créateur n'a pu activer les opérations des agents naturels qu'il venait de mettre en action? Sans doute mille ans sont devant lui comme un jour, et un jour comme mille ans; mais, tout en imprimant une marche naturelle aux phénomènes de l'univers, son auteur n'a-t-il pu rendre plus rapide le développement des êtres? Pour ne citer qu'un seul trait, l'ordonnateur des mondes n'a-t-il pu circonscrire l'atmosphère du soleil, sinon dans ses limites actuelles, du moins en deçà de l'orbite terrestre, à l'instant même où il prononça cet arrêt solennel : *Qu'il y ait des luminaires dans le firmament du ciel pour faire la distinction du jour et de la nuit?* Toujours doit-on convenir qu'il ne répugne pas aux lois de la nature que de brusques transitions se soient opérées dans les globes nouvellement formés, et particulièrement et à plus forte raison dans les atmosphères de ces globes; car il y a sur ce dernier point des données acquises.

« Tous les astronomes ont admiré, sans pouvoir les expliquer, les changements physiques de la comète de Halley, si remarquables par leur étendue et par leur promptitude. Sir John Herschell, qui a été favorisé au cap de Bonne-Espérance d'une belle et longue exhibition de cette célèbre comète à son retour du périhélie, écrivait à M. Arago que l'enveloppe parabolique de la comète, aperçue pour la première fois le 24 janvier 1836, se forma sous les yeux des observateurs avec une si étonnante rapidité qu'on la voyait augmenter à vue d'œil, et que son volume visible fit plus que doubler dans la journée du 26 janvier (517). De leur côté, les astronomes d'Europe avaient observé, avant le passage au périhélie, un affaiblissement graduel et rapide dans la nébulosité de cette comète, et des secteurs lumineux extrêmement variables. « Quand « on voudra expliquer ces singuliers chan- « gements de forme, dit M. Arago, il faudra « ne pas oublier que ces secteurs, si subite- « ment détruits et si subitement renouvelés, « n'avaient pas moins de deux cent mille « lieues d'étendue. » Et ailleurs : « Je ne re- « garde plus comme impossible qu'il se ma- « nifeste dans le noyau d'une comète, dans la « totalité ou dans quelque partie de sa che- « velure et de sa queue des changements « d'intensité presque subits (518). »

« Mais ces changements d'intensité presque subits jusque *dans le noyau d'une comète*, sont aujourd'hui des faits acquis et directe-

(517) *Rapport* de M. Arago *à l'Académie des sciences*, séance du 31 octobre 1836.

(518) *Ann.* 1836, p. 221 et 235.

ment constatés. On sait, en effet, que la comète de 6 ans 3/4, dite comète de Gambard, qui, jusqu'ici et le 14 janvier encore, s'était offerte sous la forme d'une simple condensation, présenta tout à coup, le lendemain 15 janvier 1846, deux têtes ou deux noyaux distincts; et dès le 6 février suivant l'intervalle des deux noyaux était de 27,000 lieues. Dès-lors il n'a plus été permis de s'inscrire en faux contre certains faits consignés dans les annales de l'astronomie des anciens et de l'astronomie des Chinois, où il est question de partage de comète *en deux* et *en trois étoiles* (519).

« On ne nous accusera donc pas de témérité, lorsque nous dirons que des phénomènes analogues ont pu se manifester, à l'origine, dans les atmosphères des planètes et surtout dans l'atmosphère lumineuse du soleil. Cette assertion n'a rien qui puisse surprendre, si on fait attention qu'il s'opère encore aujourd'hui « d'immenses révolu- « tions à la surface du soleil, que nous « voyons par intervalles parsemé de taches « plus grosses que la terre, qui se dissipent « en quelques jours, pendant que, quel- « quefois, elles persistent plusieurs mois; « révolutions assurément non moins extra- « ordinaires, et en apparence assez analo- « gues à celles qui s'opèrent autour de cer- « taines comètes, lorsqu'elles s'envelop- « pent d'un paraboloïde lumineux, soutenu « à plus de quatre-vingt mille lieues de « distance de leur nébulosité intérieure. » C'est ce que témoigne M. Biot, dans son *Mémoire* lu à l'Académie des sciences le 5 décembre 1836.

« On a vu des taches qui, mesurées au « micromètre, augmentaient brusquement « en une minute, en se séparant en 2, 3, 4 « parties. Or, pour un observateur terrestre, « une seconde angulaire correspond sur le « disque solaire à une largeur de 170 lieues; « et un cercle de ce diamètre contenant plus « de 22,000 lieues est le moindre espace que « nous puissions voir distinctement à la sur- « face du soleil. Dans un intervalle d'une « seconde de temps, il y aura donc des « vitesses de matière de près de 200 lieues « par seconde (520). »

« M. Cappoci Capucci, directeur de l'observatoire de Naples, a constaté qu'une de ces taches qui présentait une surface égale à quatre fois celle de la terre, s'est trouvée réduite presque subitement à l'étendue de l'Europe (521).

« Puisque, de l'aveu de tous les astronomes, des paraboloïdes lumineux enveloppent certaines comètes, et se soutiennent à plus de *quatre-vingt mille lieues*, à plus de *deux cent mille lieues* de distance de leur nébulosité intérieure, et sont séparés d'elle par un espace sans matière visible; puisqu'on a vu quelquefois jusqu'à deux et jusqu'à trois de ces anneaux concentriques séparés, chacun, par des intervalles immenses absolument vides, ne sommes-nous pas en droit de conclure que l'enveloppe lumineuse du soleil, dont la masse est si éminemment supérieure à celle de toutes les comètes, a pu se maintenir, pendant un temps plus ou moins long, à plusieurs centaines de millions de lieues au-dessus de sa nébulosité intérieure, dont elle était séparée par une matière tellement rare qu'elle ne pouvait apporter le moindre obstacle à l'arrangement des parties constituantes des planètes et au développement de la végétation à la surface de la terre? Ces conséquences sont certaines, elles ne sauraient être élu- dées. Mais, s'il en est ainsi, toutes les objections qu'on pourrait faire sur la difficulté de concevoir la formation des planètes et la naissance du règne végétal sous ce dais lumineux, tombent d'elles-mêmes, et ne méritent plus la moindre attention.

« Il y a plus, on reconnaît aujourd'hui que cette explication que nous avons déduite du contexte génésiaque est commandée par *une découverte géologique toute récente*, qui *vient se lier à la vérité de la cosmogonie de Moïse sur l'apparition des végétaux avant le soleil*. « Il est constant, reconnaît-on aujour- « d'hui, que partout les végétaux fossiles « présentent les mêmes espèces, qu'ainsi l'i- « négalité de chaleur *solaire*, cause des diffé- « rences entre les productions végétales ac- « tuelles, n'existait pas à cette époque, et « qu'une irradiation centrale de lumière et « de chaleur, ou une atmosphère lumineuse, « ou tout autre mode de distribution égale « de la lumière calorique est nécessaire « pour expliquer cette conformité (522). »

« Mais une *irradiation centrale de lumière et de chaleur*, pour expliquer cette végétation primitive à la surface de la terre, est une de ces conceptions qui étonnent par leur étrangeté. Aussi nous n'avons pas voulu demander à l'auteur si cette irradiation centrale existait encore, si la terre était encore *un vaste bain liquide et bouillonnant* à la troisième époque génésiaque, alors que sa surface se couvrait de végétaux. Nous avons compris qu'une réponse à une pareille question serait par trop embarrassante (523). Après cela, comme nous ne connaissons pas d'autre mode possible de distribution égale de la lumière, nous nous en tenons à cette at-

(519) *Comptes rendus des séances de l'Académie*, nos des 9, 16, 23 février et 9 et 23 mars 1846.

(520) M. Mutel, *Traité d'astronomie*, p. 124.

(521) Académie des sciences, 25 mars 1839.

« Scheiner remarquait déjà que le mouvement de la pénombre vers le noyau produit quelquefois des variations de formes sensibles dans des temps très-courts. — Galilée parlait aussi avec étonnement de la rapidité avec laquelle les taches solaires naissent, se transforment et disparaissent. — Derham vit des changements s'opérer pendant qu'il avait l'œil à la lunette. — Wollaston disait, dans un Mémoire de 1774, qu'en regardant le soleil, il avait vu fortuitement une tache se briser. — Herschell et d'autres astronomes ont vu des changements d'une rapidité, d'une étendue extraordinaires dans les facules allongées. » — (*Ann.* 1842. Rapidité des changements à la surface du soleil.)

(522) *Etud. philosoph. sur le christianisme*, page 362.

(523) *Voy.* ci-dessus.

MOSPHÈRE LUMINEUSE; et, assurément, nous nous féliciterions de retrouver notre explications reproduite dans les *Etudes philosophiques sur le christianisme*, si cette reproduction anonymique (524) ne figurait pas sur le même plan que l'*irradiation centrale* de M. Marcel de Serres.

« Nous venons de voir que, toutes choses égales d'ailleurs, l'influence de la couche lumineuse sur les régions que la terre parcourait à la fin du troisième jour, ne pouvait être beaucoup plus grande que l'influence que cette couche ou que le disque solaire exerce aujourd'hui sur ces mêmes régions; et nous avons dit que, si le fait de l'immersion de la terre dans ce fluide sidéral paraissait une condition absolue de notre système d'explication, les phénomènes de la nature nous autorisent à ne recourir qu'à une simple station de la terre dans des régions plus ou moins rapprochées des régions alors occupées par ce fluide lumineux. Ces phénomènes sont les phénomènes des taches solaires, dont on est encore à trouver la cause, et que nous croyons pouvoir attribuer au mouvement de rotation du soleil.

« Ces taches souvent si nombreuses et ordinairement disposées en longues bandes qui parcourent tout le disque du soleil de l'est à l'ouest, ne se montrent que dans le voisinage de l'équateur de cet astre dont elles ne s'écartent jamais au delà de 30 ou 34 degrés, dernières limites qu'elles n'atteignent que très-rarement. Ces taches ou ces espaces privées de lumière éprouvent des changements continuels tant dans leur forme que dans leur étendue. On en voit souvent plusieurs ensemble qui s'approchent ou s'éloignent, qui s'élargissent ou se resserrent d'un jour à l'autre et même d'heure en heure, et qui tantôt se confondent et tantôt se séparent en deux ou plusieurs taches. On a vu de ces vides ou interstices, dont les dimensions égalaient 4 ou 5 fois et même 10 et 12 fois celles de la terre; et toujours chacun de ces grands *éclaircis* est accompagné de bandes brillantes, ou environné de raies plus lumineuses que le reste du soleil, et que l'on nomme *facules*. Une chose très-remarquable dans les taches du soleil, c'est que, généralement, elles sont très-grandes et très-nombreuses le long de l'équateur (525), et qu'elles diminuent à mesure qu'on s'en éloigne, tandis que les facules, au contraire, augmentent dans le voisinage des pôles. De même que, pour le faire observer en passant, nos aurores boréales, très-intenses et très-fréquentes dans les contrées septentrionales, deviennent plus rares et plus imperceptibles à mesure qu'on s'approche de l'équateur.

« Toutes ces circonstances n'indiquent-elles pas que l'enveloppe gazeuse qui forme la surface brillante du soleil se trouve déprimée dans les régions de son équateur par la rapidité du mouvement de rotation, ou que les molécules lumineuses sont déplacées et refoulées vers les pôles, par l'agitation que produit dans les couches équatoriales de l'atmosphère inférieure l'extrême rapidité de ce mouvement de rotation? (526) Les phénomènes de ces autres bordures moins sombres qui séparent les taches des bandes lumineuses, et qu'Herschell appelle les *creux* parce qu'il a donné le nom d'*ouvertures* aux taches noires, trouvent pareillement leur explication dans cet ordre de choses; certaines de ces bordures intermédiaires n'étant très-probablement que des parties moins déprimées de l'enveloppe sidérale. Il en est de même des *facules*, évidemment produites par l'accumulation ou la contraction du fluide lumineux autour des *ouvertures*, ou plutôt autour des *creux*, et dans les régions plus rapprochées des pôles.

« A ces considérations nous ajouterons que les parties de la zone équatoriale que les taches ne recouvrent pas, sont constamment parsemées d'une multitude de points ou petites macules appelées *pores*, qui se montrent dans un état perpétuel de changement et d'agitation violente. Cette précipitation tumultueuse des régions équatoriales, comparée à la tranquillité des régions polaires, annonce que les couches lumineuses se trouvent déprimées dans les régions de l'équateur, par la rapidité du mouvement de rotation; qu'il se passe dans l'atmosphère du soleil quelque chose d'analogue à ce que nous observons dans nos vents alisés, et qui réagit sur les couches lumineuses.

« Rappelons présentement les résultats que nous avons exposés précédemment.

« A la troisième époque de la création, la terre opérait encore sa révolution au milieu des molécules les moins condensables de l'at-

(524) « M. Auguste Nicolas renvoie bien le lecteur à *la Cosmogonie de la révélation* pour l'interprétation des premiers jours de la *Genèse;* mais, sur ce qui a trait à l'interprétation du quatrième jour, il n'a pas jugé nécessaire de s'expliquer plus explicitement. »

(525) « En 1719, les astronomes croyaient, tant il y avait de taches, qu'elles formaient une sorte de ceinture équatoriale du soleil.

« Schroeter parle d'une tache qui couvrait sur le soleil une étendue superficielle 16 fois plus grande que celle de la terre. Le même astronome rapporte l'observation de 68 taches qu'on voyait simultanément. Une autre fois ce nombre s'éleva jusqu'à 81, etc. » (*Ann.* 1842. p. 516, 517.)

(526) « Les études persévérantes de M. Capucci lui ont appris que les taches du soleil éprouvent des changements brusques, beaucoup plus rapides et plus considérables qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici. Cependant M. Capucci paraît revenir à cette première opinion d'Herschell, que les taches se forment par l'effet de vastes courants ascendants, qui montent à partir du noyau solide du soleil, à travers toute son atmosphère, et qui, venant à s'épanouir à la surface externe, écartent les couches lumineuses. Mais pourquoi recourir à des ascensions tout à fait inexplicables, quand les phénomènes astronomiques nous présentent, dans les bandes de Jupiter, dont la durée, la forme et la position sont si variables, des courants atmosphériques d'une impétuosité extrême engendrés par la vitesse de rotation à l'équateur? Un pareil état d'effervescence dans les régions équatoriales de l'atmosphère du soleil pourrait-il être sans action sur la pellicule lumineuse qui recouvre cette atmosphère? »

mosphère primitive de la masse génératrice de tout le système planéto-solaire. Mais ces molécules des dernières couches atmosphériques allaient acquérir un mouvement de rotation en rapport avec la longueur de leur rayon vecteur, et en même temps une force centrifuge égale à leur pesanteur, pour s'étendre circulairement dans le plan de l'équateur, et former ainsi ce qu'on appelle aujourd'hui la lumière zodiacale, et qu'on devrait appeler la nébuleuse zodiacale. Cependant la pellicule lumineuse qui enceignait cette immense atmosphère se déchirait et s'entrouvrait par l'effet de ce mouvement plus rapide, pour se porter et se replier sur les parallèles à l'équateur, en se rapprochant sans cesse de la masse centrale.

« Il serait inutile d'objecter que la zone sidérale ou la pellicule lumineuse comprise dans le plan de cet équateur universel aurait dû se détacher pour se coordonner aux atmosphères des planètes, ou pour continuer son mouvement révolutif à la même distance de la masse centrale. Car les phénomènes de l'écartement de l'enveloppe du soleil ou des couches lumineuses qui flottent au-dessus de son atmosphère, ces phénomènes, dont nous sommes tous les jours les témoins, attestent que cet ordre est celui de la nature. Nécessairement la même cause existant dans l'origine des choses a dû produire les mêmes effets qu'aujourd'hui; c'est-à-dire que l'enveloppe lumineuse devait se déchirer et s'entr'ouvrir dans les régions équatoriales. Seulement, ces effets dans cette origine étaient incomparablement plus marqués, à cause du prodigieux développement de la surface, ou de l'amincissement de la pellicule lumineuse.

« Mais, si cet ordre est celui de la nature, l'immersion de notre planète dans la couche lumineuse qui constitue la pellicule sidérale du soleil était à peu près impossible, puisqu'à cette première époque, comme à l'époque actuelle, la terre opérait sa révolution dans le plan de l'équateur solaire, et qu'alors la couche lumineuse, si prodigieusement dilatée, devait céder au moindre effort, et par conséquent demeurer entr'ouverte dans le plan de l'équateur. Ces déchirements et écartements de l'enveloppe lumineuse n'ont rien de surprenant ni même d'insolite puisqu'aujourd'hui il existe encore dans cette enveloppe lumineuse du soleil, de ces éclaircis en forme de bandes obscures dont la largeur souvent surpasse plusieurs fois le diamètre de la terre.

« Et ainsi s'explique la mystérieuse apparition des végétaux sous l'influence de la lumière primitive, antérieurement à l'organisation de l'astre régulateur du jour et de la nuit, antérieurement à la confection du globe central, de ce foyer de toutes les orbites, où convergent toutes les grandes forces de notre monde planétaire.

« En rendant encore ici hommage à l'auteur inspiré de la *Genèse*, nous dirons que nous ne sommes pas moins frappé de la sagesse qui a présidé à la disposition de l'univers et de tout ce qu'il renferme, que des analogies qui existent entre les récits de la science et les récits de la révélation. Dieu ordonne aux végétaux de croître avant que le soleil marque la succession du jour et de la nuit, parce que les végétaux n'ont pas besoin, pour croître et se reproduire, que la nuit succède au jour et le jour à la nuit. Puis il constitue l'astre régulateur du jour et de la nuit, des saisons et des années; et alors, et seulement alors, il crée les animaux de toute espèce, et enfin l'homme, né pour commander à la nature instinctive et régner en dominateur responsable sur toute la surface de la terre (527). »

Croyez-vous, grave lecteur, qu'il soit nécessaire de nous arrêter à démonter ce gigantesque échafaudage cosmogonique? Nous ne le pensons pas, et nous présumons que vous prendrez tout cela pour ce qu'il vaut, c'est-à-dire pour un épisode au milieu du roman. L'imagination de M. Godefroy a des ressources infinies, et l'on s'aperçoit en le lisant que s'il avait été à la place de Job, quand Dieu lui posait tant de sublimes problèmes, il n'eût pas été un instant embarrassé pour répondre.

Suivent dans le livre de M. Godefroy trois longues dissertations. La première intitulée : Théorie de la terre; la seconde : Créations successives; la troisième : Déluge universel. (*Voy.* ces mots.)

Arrivons à l'œuvre du quatrième jour.

M. Godefroy commence par rappeler en peu de mots ses conceptions interprétatives de la *Genèse*.

« Le grand miracle de la toute-puissance divine proclamé, *in principio creavit Deus cœlum et terram*, le récit de la *Genèse* ne présente plus qu'un ensemble de faits qui rentrent tous sous l'empire des lois naturelles déterminées par la volonté du Créateur, et qui par là s'accordent dans leurs généralités avec les observations ou les déductions de la science. » Nous avons vu qu'il n'en est rien.

« Ainsi, au premier jour, le principe répulsif se dégage de la masse moléculaire de la création pour se porter à la surface de cette masse fluide, et bientôt ce principe universel devient lumineux : *Fiat lux.* » C'est une imagination étrange.

« Au second jour, la matière encore fluide de la création se contracte et se condense par l'effet de ce rayonnement du calorique; et « la matière destinée à composer le « monde, » « la matière de tout l'univers, » « la matière d'où sortirent tous les cieux « aussi bien que le globe terrestre, » est divisée en amas distincts; et ces agglomérations diverses, désormais soumises à l'influence d'une force centrale qui domine à son tour toutes les parties de la matière, constituent « ces vastes corps du ciel et de

(527) *Et præsit bestiis, universæque terræ.* (*Gen*, 1, 26.) — *Constituisti hominem ut dominaretur creaturæ quæ a te facta est, ut disponat orbem terrarum in æquitate et justitia.* (*Sap.* IX, 2 3.)

« la terre précédemment désignés sous le « nom d'abîme, » parce qu'alors « cette masse « immense, infinie, sans mouvement et sans « fond, n'était point encore divisée ni dis- « tribuée : *Fiat firmamentum et dividat.* » C'est une autre imagination.

« Au troisième jour, l'agglomération des éléments constitutifs de la terre est distinguée des agglomérations constitutives du ciel. Ce qui a été fait firmament au-dessous ne forme qu'une seule agglomération ; et cette agglomération unique sous le ciel obéit à ce commandement nouveau et tout spécial : Que la terre ferme apparaisse : *Appareat arida.* » Nous en sommes restés là du roman. Continuons.

« Il n'est pas encore fait mention du firmament du ciel. Ce n'est qu'au quatrième jour que Dieu dit : Qu'il y ait des luminaires dans le firmament du ciel : *Fiant luminaria in firmamento cœli.*

« Mais qu'est-ce que ce firmament du ciel? et quels sont ces luminaires du quatrième jour? C'est ce que Moïse va nous apprendre.

« L'historien de la création ne se borne pas à nous dire que des luminaires furent institués dans le firmament du ciel ; il nous dit en même temps quels sont ces luminaires, et pour quelles fins ils furent institués, et encore quel est ce firmament du ciel dans lequel furent institués ces luminaires. Le texte porte :

« Dieu dit ensuite : Qu'il y ait des lumi- « naires dans le firmament du ciel pour sé- « parer le jour et la nuit, et distinguer les « temps et les saisons, les jours et les an- « nées ; qu'ils brillent dans le firmament du « ciel, et qu'ils illuminent la terre. Et il fut « fait ainsi. Dieu fit donc deux grands lu- « minaires; l'un plus grand, pour présider au « jour, et l'autre moins grand, pour présider « à la nuit : *Dixit autem Deus : fiant lumi- « naria in firmamento cœli, et dividant diem « ac noctem, et sint in signa et tempora, et « dies et annos, ut luceant in firmamento cœli « et illuminent terram. Et factum est ita. Fe- « citque Deus duo luminaria magna, lumi- « nare majus ut præesset diei, et luminare « minus ut præesset nocti.* »

« Puis la *Genèse* ajoute un mot, un seul mot : « et les étoiles, *et stellas,* » pour marquer que la manifestation du ciel étoilé ou du firmament du ciel est aussi le résultat de cette dernière disposition du Créateur. Ce mot ainsi placé incidemment au milieu du récit historique, l'écrivain sacré continue en ces termes :

« Et il les mit (les deux luminaires) dans le « firmament du ciel pour luire sur la terre, « pour présider au jour et à la nuit, et pour « séparer la lumière et les ténèbres. *Et po- « suit ea in firmamento cœli, ut lucerent su- « per terram, et præessent diei ac nocti, et « dividerent lucem ac tenebras.* » (*Gen.* I, 14, 15, 16, 17, 18.)

« La Vulgate porte *et posuit eas ;* mais c'est une erreur manifeste de saint Jérôme. Dans l'hébreu, et dans la version des Septante, ce pronom *eas* de la Vulgate est du même genre que le substantif *luminaria,* et se rapporte à ce substantif, c'est-à-dire aux deux luminaires. La corrélation existante entre ce dernier membre de phrase et ce qui précède, fait voir qu'en effet il n'est question ici que des deux luminaires, et nullement des étoiles. La concordance et la correspondance parfaite des expressions employées dans ces deux propositions synonymiques ne laissent aucun doute à cet égard. »

Les commentateurs et les traducteurs hébraïsants n'ont point fait cette découverte.

« Si une idée commune aux mots *ciel* et *firmament* les fit employer indifféremment pour désigner les cieux ou l'universalité des merveilles des cieux, ces deux termes, néanmoins, eurent toujours des différences marquées, ou chacun une signification particulière. Chez tous les écrivains sacrés, le mot ciel, d'une signification généralement plus étendue, désigne particulièrement les espaces célestes, le lieu où sont disséminés les corps célestes, et le mot firmament, ces corps célestes eux-mêmes. Ainsi, tous les auteurs des Livres saints emploient indifféremment ces expressions, l'armée du ciel, la milice du ciel, les astres du ciel, les étoiles du ciel, etc., dans le sens de firmament du ciel. Mais aucun des auteurs inspirés ne s'est servi de ces expressions, l'armée du firmament, la milice du firmament, les astres ou les étoiles du firmament, parce que, dans la langue sacrée, cette expression, le firmament du ciel, est un terme générique qui comprend dans sa commune acception l'universalité des merveilles des cieux, parce que c'est le mot sacramentel sous l'acception duquel est désigné collectivement tout ce qui constitue le ciel. Enfin, chez tous les auteurs bibliques, le ciel désigne généralement la sphère céleste; et, chez tous les auteurs, le firmament du ciel, le firmament d'en haut, ou tout simplement le firmament quand il s'agit des choses du ciel, désigne toujours les corps ou les ouvrages que renferme cette sphère. » Ceci n'est qu'une pure subtilité à laquelle on a recours pour le besoin du système.

« Ces idées distinctives ont été négligées par la plupart des interprètes. De là il est arrivé que certains commentateurs, ne faisant plus attention à la différence qu'offrent ces expressions dans leur synonymie, ont défiguré le récit historique, en transportant au quatrième jour ce qui fait l'objet principal de l'œuvre du deuxième jour. » Comment auraient-ils pu jamais s'en douter? Il fallait les cosmogonistes du XIX^e^ siècle pour trouver toutes ces savantes interprétations.

« De là aussi leurs erreurs d'interprétation sur le firmament du deuxième jour, substitué au chaos universel, à l'abîme du premier jour, sur ce firmament, cause productrice et conservatrice de l'univers matériel ou du ciel universel, du ciel considéré dans son universalité absolue, du système du monde enfin, de ce système universel, dont une partie retient le nom de ciel ou de firmament du ciel, parce que le ciel est la plus grande

et la plus belle partie de ce produit du firmament.

« Le deuxième jour, la grande loi de l'univers est promulguée : la forme est introduite dans la matière; et le produit de cette force nouvelle est l'univers matériel, produit appelé aussi allégoriquement et symboliquement firmament, du nom de sa cause productrice et conservatrice : *Vocavitque Deus firmamentum cœlum.* » Ainsi, selon vous, le *firmamentum* est une allégorie. Tout le monde s'y était trompé jusqu'ici. Sans Newton, il est probable que vous vous y seriez trompé comme tout le monde, et que vous n'auriez guère songé à voir dans ce mot le synonyme d'attraction. Si Newton n'était pas né, le *firmamentum* restait incompris pour un nombre indéfini de générations à venir, comme il l'avait été depuis Moïse qui pourtant avait dû écrire pour être entendu, qui, en se servant du mot *firmamentum*, savait ce qu'il disait sans doute et voulait être compris.

« Ce n'est que le quatrième jour que la lumière vient faire l'ornement de ce firmament du ciel compris dans le firmament du deuxième jour, dans la formation effectuée ce deuxième jour, la *Genèse* distinguant ainsi et nous apprenant à distinguer la lumière des corps célestes de leurs éléments constitutifs ou de leur firmament du deuxème jour.

« Cette distinction, éminemment significative, se trouve reproduite chez tous les auteurs sacrés. Comme Moïse, ces autres écrivains inspirés distinguent toujours le firmament du ciel, ou les globes célestes de la lumière qui fait l'ornement de ce firmament du ciel. Ainsi, ils distinguent le globe solaire de la lumière dont il est revêtu, *sol et lumen* (*Eccle.* XII, 2); ils distinguent les étoiles de leur lumière propre, *omnes stellæ et lumen.* (*Ps.* CVIII, 3.) Revêtu de lumière comme d'un vêtement, *amictus lumine sicut vestimento*, le Dieu créateur a revêtu les globes célestes de sa lumière indéfectible, de même qu'il a revêtu le globe terrestre d'une atmosphère nébuleuse : *Ego feci in cœlis ut oriretur lumen indeficiens, et sicut nebula texi omnem terram.* » (*Ps.* CIII, 2; *Eccli.* XXIV, 6.)

Si cette distinction est éminemment significative, elle est encore plus évidemment subtile.

« Il faut bien le proclamer hautement, puisque le Livre des générations du ciel et de la terre nous l'a formellement révélé, jusqu'à cette quatrième et dernière époque de la formation de l'univers matériel, jusqu'à ce quatrième et dernier jour de la cosmogonie génésiaque, il n'y avait point sur la terre de succession de jour et de nuit. La terre n'avait point de luminaires pour faire la distinction du jour et de la nuit, de la lumière et des ténèbres. Dieu n'avait point encore disposé de luminaires dans le firmament du ciel pour luire sur la terre, pour présider au jour et à la nuit, et séparer la lumière et les ténèbres : *ut lucerent super terram, et præessent diei ac nocti, et dividerent lucem ac tenebras.* La lumière, ce produit du premier *fiat* de la Sagesse créatrice, la lumière, qui avait remplacé, au commencement des choses, les ténèbres universelles, régnait à son tour, sans partage, sur la création tout entière. Mais à la quatrième époque, à cette dernière époque de la préparation des cieux, cette lumière, qui se condensait à la surface des globes préparés pour les cieux, *æthera firmabat sursum*, cette lumière du premier jour abandonne la terre; et, pour la première fois, la terre va voir la nuit succéder au jour, et le jour succéder à la nuit. Pour la première fois, la terre va distinguer un jour d'un autre jour : *Fiant luminaria et dividant diem ac noctem;* et pour la première fois elle va avoir ses jours et ses années, ses mois et ses saisons : *Et sint in signa et tempora et dies et annos.* »

Les interprètes, à la presque unanimité, sont d'un sentiment bien différent, et le contexte est tout à fait contraire également à cette opinion. Dès le premier jour, au quatrième et au cinquième verset, il est dit que Dieu *divisa les ténèbres d'avec la lumière* (528), *appela la lumière jour, et les ténèbres nuit*, et que *du soir et du matin se fit le premier jour.* Cette dernière formule est répétée dans les mêmes termes, avant comme après la création du soleil, à la fin de chaque jour génésiaque. Si la lumière avait régné *sans partage* jusqu'au quatrième jour, pourquoi, dès le premier jour, le Créateur fait-il cette division des ténèbres et de la lumière, et appelle-t-il la lumière *jour*, et les ténèbres *nuit? Jour* désigne une durée déterminée, pendant laquelle la lumière brille; *nuit* désigne de même une durée que mesure l'absence de la lumière : ce sont deux mots corrélatifs. Le *jour* et la *nuit* sont nommés, et ils n'existaient pas! Ils sont nommés dès le premier jour, et ils n'existeront qu'au quatrième! *Nuit*, *jour*, mentionnés ici des milliers d'années avant qu'ils existassent, seraient évidemment hors de propos, et les mots *ténèbres* et *lumière* étaient les seuls convenables, les seuls nécessaires, les seuls sans doute dont Moïse se serait servi, s'il n'eût pas eu à désigner une durée mesurée et alternative de l'un et de l'autre phénomène. Ici, il n'est pas possible d'entendre par le mot *jour* une *époque;* et, puisque Moïse emploie exactement le même mot pour désigner chacun des jours génésiaques, on n'est nullement fondé à croire qu'il passe subitement, et sans en avertir, du sens propre au sens figuré. Du reste, ce sentiment des *jours-époques* n'est pas soutenable, comme nous le démontrerons à l'article JOURS-PÉRIODES. Il a contre lui le texte sacré et l'interprétation de tous les commentateurs. Il est en contradiction avec les faits les mieux constatés de la science, et il trouble les plus belles harmonies du plan de la création. C'est ce que nous ferons voir à l'article indiqué.

GODEFROY, *ses idées sur la nature et la*

(528) Le P. de Carrières ajoute : *ordonnant qu'elles se succédassent l'une à l'autre.*

formation des nébuleuses. — *Voy.* NÉBULEUSES; — *sur la formation du soleil.* — *Voy.* SOLEIL; — *sur la formation des planètes.* — *Voy.* PLANÈTES. — Réponse à ses attaques contre l'hypothèse anténexamérique. *Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN).

GRANIT. *Voy.* l'*Introduction.*

GRAVITATION UNIVERSELLE, *sa cause, suivant M. Maupied.* — *Voy.* MAUPIED.

GRENOUILLES, première apparition. *Voy.* SUBAPENNIN.

GRÈS. *Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES.

GRÈS DE FONTAINEBLEAU. *Voy.* FALUNIEN.

GRÈS VERT. *Voy.* ALBIEN.

GRUYER, *son opinion sur l'attraction.* — *Voy.* LAPLACE.

GUIRAUD (M. ALEXANDRE). — Ce savant et ce poëte distingué a émis des idées étranges sur l'origine des choses et sur le sens des premiers chapitres de la *Genèse.* C'est un roman de plus. — *Voy.* sa *Philosophie catholique de l'histoire.*

GYPSE. *Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES.

GYPSE DE MONTMARTRE. *Voy* PARISIEN.

H

HAMITES. — Si nous imaginons qu'une baculite se recourbe vers son milieu de manière à ce que ses deux extrémités deviennent à peu près parallèles, nous aurons la forme la plus simple du genre de coquilles cloisonnées, que leur courbure a fait désigner sous le nom de hamites. On voit des hamites où ce mode de courbure se montre dans sa plus grande simplicité; d'autres espèces de ce genre sont d'une forme beaucoup plus contournée, soit qu'elles constituent une spirale serrée comme l'extrémité postérieure de la spirule, ou que cette forme spirale soit beaucoup plus ouverte (529).

Il est probable que quelques-unes de ces coquilles étaient en partie extérieures et en partie logées à l'intérieur du corps; et que, dans celles qui offrent des épines, la portion armée de cette manière demeurait extérieure. On connaît neuf espèces de hamites dans la seule formation du gault faisant suite immédiatement à la craie dans les environs de Scarborough. Quelques-unes des plus grandes espèces sont de la grosseur du poing (530).

HERSCHELL, *ses idées sur la constitution du soleil.* — *Voy.* SOLEIL.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE. *Voy.* GÉOLOGIE.

HOMME. — L'homme existe-t-il à l'état fossile? Telle est la question que beaucoup d'écrivains ont souvent adressée aux zoologistes et aux géologues. En consultant les faits bien constatés, il n'y a, pour nous, aucun doute pour l'affirmative, surtout dans l'acception que nous donnons au mot FOSSILE. (*Voy.* FOSSILE.) En effet, bien qu'ils ne soient qu'exceptionnels, on a rencontré des ossements humains, ou des objets fabriqués par l'homme, sur l'ancien et le nouveau continent, dans les conditions des autres fossiles.

En Europe on les a observés dans les cavernes, les brèches osseuses et le terrain meuble diluvien. Les premiers en ont offert à Kœstriz, en Saxe; à Vruhloch et à Zalmloch, en Franconie; à Mendipp, à Burrington, etc., en Angleterre, à Gibraltar; en Dalmatie, à Mialet, à Bize, à Pondres et à Sauvinargues, en France, dans la province de Liége, en Belgique, etc. Les alluvions plus ou moins anciennes en renferment quelquefois dans le *Lehm* des bords du Rhin, dans les alluvions de Krems (Basse-Autriche) et de Canstadt (Wurtemberg), etc. Ces débris humains ont été également découverts en Amérique. On en a parfois trouvé dans les cavernes de Withe (Kentucky), dans celles de la province de Minas-Geraës, au Brésil, que les recherches de M. Lund ont rendues célèbres. On a signalé des ossements humains non loin de la mer, au lieu dit le *Moule*, à la Guadeloupe (Antilles), dans une roche solide, mais renfermant seulement des coquilles identiques aux coquilles qui vivent encore sur la même côte. Enfin M. d'Orbigny a observé, dans les plaines du centre de l'Amérique méridionale, sur les rives du Rio-Securi, affluent supérieur de l'Amazone, sous 6 mètres d'alternats de sable fin mélangé d'argile, des morceaux de

(529) Les hamites offrent avec les ammonites les mêmes rapports que les lituites avec les nautiles; ce sont, en quelque sorte, des coquilles de l'un ou de l'autre de ces deux genres, qui n'auraient été qu'incomplétement déroulées.

Les baculites et les hamites se rapprochent des ammonites par deux de leurs caractères: d'abord par la position qu'occupe leur siphon du côté dorsal ou postérieur de la coquille; puis par la construction foliacée des bords de leurs cloisons transversales, là où ces cloisons s'unissent à la coquille extérieure. Cette dernière est fortifiée en outre par des replis ou côtes transversales, et qui sont construites exactement d'après les mêmes principes que nous avons déjà fait ressortir en parlant des ammonites.

Certaines espèces de hamites, de même que certaines ammonites, ont leur siphon marginal logé dans un tube qui les surmonte à la manière d'une coquille. Il en est d'autres dont la face dorsale est armée de chaque côté d'une série d'épines.

(530) La *hamites grandis* (SOWERBY, *M. C.*, 593), qui se trouve à Hythe, dans le sable vert, atteint cette dimension.

poterie et beaucoup de rouleaux de terre cuite fabriqués par l'homme.

Maintenant, que nous avons admis l'homme à l'état fossile, il reste à chercher à quelle époque appartiennent les restes observés. Les derniers étages géologiques falunien et subapennin, qui ont précédé l'époque actuelle, ont-ils montré, sur quelques points du globe, des traces humaines dans les couches marines ou terrestres qui y correspondent? Nous croyons pouvoir répondre par la négative; car aucun fait bien constaté ne viendrait appuyer cette assertion. Les restes humains sont donc spéciaux aux cavernes, aux brèches osseuses ou aux alluvions.

Tant qu'elles ont donné accès aux eaux, les cavernes ont pu recevoir de nouveaux sédiments avec des restes d'animaux terrestres, et elles renferment, dès lors, des faunes d'âges différents. Aujourd'hui même, les grandes cavités souterraines reçoivent encore des sédiments et les ossements que peuvent entraîner les eaux pluviales. Il est donc d'autant plus certain que les restes humains y ont été portés depuis l'époque actuelle, qu'ils se trouvent toujours mélangés avec d'autres ossements de mammifères appartenant à la faune contemporaine. Les brèches osseuses n'étant, le plus souvent, qu'un amas formé dans les cavernes et dénudé ensuite, rentrent dans les mêmes circonstances. Pour les restes humains rencontrés dans le Lehm des bords du Rhin, ou dans les alluvions, leur âge géologique est plus facile à constater que la présence des coquilles terrestres et fluviatiles qui les accompagnent. En effet, toutes ces coquilles sont identiques aux espèces qui vivent aujourd'hui sur les berges ou sur les coteaux voisins. Nous avons dit que les ossements humains des roches solides de la Guadeloupe sont également mélangés avec les coquilles marines des mers actuelles des Antilles. Il resterait, dès lors, démontré que les restes humains fossiles, lorsqu'ils ont été bien observés, se sont rencontrés partout avec d'autres êtres dépendant de l'époque actuelle, et qu'ils sont fossiles dans les dépôts contemporains, comme le sont les huîtres de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée), les dépôts littoraux de beaucoup de points de la Méditerranée, de l'Amérique méridionale, des Antilles, etc., etc. Ce *fait positif* aurait d'autant plus de valeur, qu'il serait corroboré par le *fait négatif* du manque complet d'ossements humains dans les couches stratifiées ou marines des deux derniers étages qui nous ont précédés à la surface de notre planète.

Gisement des fossiles humains. — Amérique septentrionale, à Saint-Domingue, des squelettes humains avec produits de l'industrie humaine, dans un calcaire marin récent.

A la Guadeloupe, squelettes humains avec flèches, fragments de poteries, etc., dans un calcaire marin extrêmement dur.

Ile de San-Lorenzo, dans une couche marine, des fragments de fil de coton, du jonc tressé, la tête d'une tige de blé de Turquie.

Le sol de remblai de l'Etat de Tuessée a montré aussi des ossements humains.

Amérique méridionale, dans les cavernes à ossements du Brésil, un crâne humain avec des animaux d'espèces éteintes.

Europe. — France: les cinq cavernes de Bize près Narbonne (Aude), ont fourni des dents et des ossements humains, avec poterie, os travaillés; antilopes, etc., animaux perdus dans des couches de galets, d'argile calcaire rouge.

A huit ou neuf lieues de distance des cavernes de Bize, on rencontre celle de Salle-lès-Cabardès, dans le vallon de la Celse, département de l'Aude. Dans cette caverne, avec des galets et des os d'animaux perdus et d'espèces vivantes, on trouve des ossements humains et des fragments de poterie.

La caverne de la contrée de Miollet sur le Gardon, près d'Anduse, département du Gard, se compose de deux galeries placées l'une au-dessus de l'autre. Dans la galerie inférieure est un enduit stalagmitique sous lequel se trouvent les os humains mêlés avec ceux d'animaux encore vivants; ils sont contenus dans un limon durci, sablonneux, semblable à celui que charrie le Gardon encore aujourd'hui.

Dans l'autre galerie le limon diffère un peu; il est plus onctueux, plus coloré, la couche en est plus épaisse et les os humains y sont plus brisés. Dans cette vase on a observé des restes d'ours mêlés confusément avec ceux de cerfs, de chevaux, d'aurochs, de poterie et d'ossements humains.

Dans une cavité de la galerie inférieure, on avait premièrement trouvé deux crânes humains mêlés à des os d'ours; puis, à peu de distance, on trouva une petite statue romaine et six bracelets de cuivre; enfin on trouva, dans cette même couche d'argile, des os et des dents travaillés de main d'homme.

Près de Pondres, département du Gard, à deux lieues de la caverne de Lunel-Vieil, existe une autre caverne ouverte dans le calcaire moellon; le sol en est formé par un sédiment terreux, arénacé; il renferme des os brisés et des coprolithes. M. de Christol a extrait de la couche limoneuse du sol la plus basse un fragment de poterie.

M. Dumas a trouvé à Sommières une dent molaire humaine dans le sédiment stalagmitique. Le limon contenait encore des os d'un homme d'une grande taille avec des animaux perdus et vivants.

Dans la caverne de Sauvinargues, à une demi-lieue de celle dont on vient de parler, M. de Christol a trouvé des ossements de bœuf, de cerf et d'homme presque à la surface du sol.

Un squelette humain a été trouvé dans un travertin qui continue de se former à Saint Martial près de Martres de Veyre (Puy-de-Dôme).

Un tibia humain dans une couche d'atter-

rissement, au levant de l'ancienne Gergovia.

En Italie, des fragments de sculpture, de poterie, des restes de bâtiments dans des strates marines à Pouzzoles, près de Naples.

En Belgique, dans la province de Liége, sur les deux rives de la Meuse, près d'Engihoul, et sur les bords de la Vesdre, près de Gaffontaine, existent plusieurs cavernes.

Les os humains que Riedmann a déterminés d'une manière bien certaine existent dans presque toutes les cavernes des rives de la Meuse, mêlés à des os d'animaux d'espèces perdues. On y a trouvé entre autres deux crânes humains. Ces os humains étaient absolument dans les mêmes circonstances et le même degré de conservation que ceux des animaux perdus; et tout prouve que les uns et les autres avaient été transportés.

Il en est absolument de même des cavernes sur la rive droite de la Vesdre; les ossements humains s'y trouvent dans les mêmes circonstances. Les ossements humains des cavernes de Liége peuvent se rapporter à six individus différents.

En Suède, divers ouvrages d'art et des débris de vaisseaux dans des couches de marne et de sable marin, près de Stockholm.

Saxe; dans des brèches osseuses de Saxe, les fossiles humains sont accompagnés d'os de rhinocéros, de coquilles d'eau douce; etc.

M. Boué a trouvé, en 1822, de l'autre côté de l'Aar, dans le pays de Bade, des os humains placés à diverses hauteurs et dans des endroits où rien ne pouvait faire supposer l'existence d'un cimetière.

Le même observateur a fait connaître d'autres crânes humains que le comte de Razoumowski a trouvés à Bade, près de Vienne, mêlés à des ossements d'animaux d'espèces perdues, où qui vivent maintenant dans les régions équatoriales.

Des ossements humains, avec d'autres fossiles d'espèces perdues, ont été trouvés à diverses profondeurs, dans une caverne gypseuse de la vallée étroite de l'Elster, qui s'étend de Kaschwitz jusqu'au Kostritz, non loin de Gera.

On a encore trouvé entre Messen et Dresde des ossements humains placés dans les mêmes circonstances qu'à Kostritz.

Des ossements et des squelettes humains ont été aussi trouvés dans quelques cavernes d'Angleterre; ainsi dans les cavernes de Glamorgand, les fossiles humains sont associés à des os d'éléphants, de rhinocéros, etc., et accompagnés de divers produits d'arts, tels que aiguilles en os, haches et couteaux en silex.

Divers parties de l'Allemagne, entre autres la vallée du Danube, ont offert des crânes semblables à ceux découverts par M. Boué et placés à diverses hauteurs.

Enfin plusieurs des animaux perdus, surtout des herbivores, se retrouvent constamment dans les tourbières, et très-souvent avec des produits de l'industrie, des squelettes humains et quelquefois avec des cadavres couverts de vêtements extraordinaires dont la chair est devenue savonneuse, des tiges et des graines de plantes qui croissent dans nos tourbières ou marais identiquement les mêmes et sans la moindre modification (531).

Nous n'avons pas recueilli tous les gisements de fossiles humains, et cependant dans les seuls que nous venons d'indiquer, on doit, en ne tenant compte que des ossements, sans parler des débris de l'industrie, évaluer au minimum à soixante et quelques individus de notre espèce, les ossements fossiles trouvés dans ces gisements.

HOOKE, *ses idées sur les soulèvements.* — *Voy.* GÉOLOGIE.

HOPKINS (M. W.)—A partir de 1837, époque à laquelle ce savant communiqua à l'*Association britanique pour l'avancement des sciences* le commencement de ses *Recherches sur la géologie physique*, M. Hopkins a publié successivement plusieurs Mémoires dont nous allons rendre compte. Les aperçus nouveaux qu'on y trouve sur la théorie de la terre, le grand nombre de calculs auxquels l'auteur s'est livré à ce sujet, et l'extrême réserve qu'il a mise dans ses conclusions, méritent une attention particultère

Dans la première série de ses recherches (532), M. Hopkins, avant d'entrer en matière, fait remarquer qu'il y a, pour les corps, deux modes distincts de refroidissement : l'un pour les corps solides ou imparfaitement fluides, et qu'il nomme *refroidissement par conduction;* l'autre pour les masses dans un état de fluidité tel que les particules composantes peuvent se déplacer et se mouvoir entre elles : c'est le *refroidissement par circulation* ou *par évection.* Les lois du premier mode sont assez connues; mais il n'en est pas de même de celles du second. A l'origine du globe, alors qu'il était dans un état de fluidité parfaite, le premier refroidissement a eu lieu par circulation, et le changement de ce premier mode, dans le second, a dépendu de certaines conditions.

Si, d'une part, la tendance à se solidifier par le refroidissement diminue de la circonférence au centre, de l'autre, la tendance à se solidifier par la pression, augmente dans le même sens; mais les lois de ces deux phénomènes étaient peu connues. M. Hopkins déduit seulement de cette proposition, que si l'augmentation de température, en s'enfonçant dans la masse, est assez rapide pour s'opposer à la solidification que tend à déterminer la plus grande pression, il y aura propension vers un état imparfaitement fluide de la masse, et ensuite vers sa solidification dans ses parties supérieures; tandis

(531) LINCH, *Le monde primitif*, t. Ier, p. 146, trad. de Mullet.

(532) *Researches in physical geology.* First-series (*Philos. transac. of the r. Soc. of London* pour 1839, part. II, p. 381).

que si c'est la pression qui l'emporte, le passage de la fluidité parfaite à l'état de fluidité imparfaite, et enfin la solidification, commenceront par le centre.

Dans le premier cas, il n'y aura solidification de la croûte externe que lorsque toute la masse sera à un état imparfaitement fluide; car, jusque-là, il y aura toujours circulation; et celle-ci devra cesser presque en même temps dans toute l'étendue de la masse, laquelle commencera alors à se refroidir, par conduction, très-rapidement à la surface et très-lentement à l'intérieur, à cause du peu de conductibilité des roches. Nous ne savons point encore l'épaisseur probable de la croûte terrestre, dans l'hypothèse de sa fluidité primitive, ne connaissant pas l'influence d'une haute température pour résister à la solidification, comparée ou opposée à celle d'une grande pression qui la déterminerait; seulement, l'état actuel de la surface du globe permet d'admettre l'existence d'une croûte solide, dont l'épaisseur est très-petite relativement au rayon.

Dans le second cas, celui où la pression vers le centre l'emporterait sur la température, le refroidissement par conduction commencerait par le centre, tandis que les parties supérieures se refroidiraient encore par circulation, et cela dans le même temps. Mais on conçoit que le premier mode tendra à gagner sur le second, qui cessera dès que toute la masse externe ne sera plus parfaitement fluide. La partie superficielle se refroidira alors très-rapidement; une croûte externe se formera et s'accroîtra de haut en bas, bien plus vite que la solidification n'aura lieu au-dessus du noyau central antérieurement consolidé. Le globe pourra donc être composé d'une enveloppe solide, et d'un noyau central également solide, séparés l'un de l'autre par la matière fondue, mais moins fluide que celle qui pouvait exister vers le centre, dans la première hypothèse. Quant à l'épaisseur de la croûte externe, elle pourra être, comme dans le premier cas, très-faible, relativement au rayon. Mais, dans l'état actuel de nos connaissances, dit M. Hopkins, il n'est pas possible de prononcer si la croûte externe et le noyau solide sont à présent réunis, ou s'ils sont encore séparés par la matière en fusion.

Ainsi, tout en admettant avec Poisson que la solidification a pu commencer par le centre, le savant professeur de Cambridge est loin de penser que la surface s'est solidifiée la dernière; car, il est évident que l'encroûtement a dû se produire à la surface avant que toute la partie interne fût devenue solide, distinction que M. Hopkins considère comme très-importante pour l'explication des phénomènes géologiques subséquents. En résumé, si l'on regarde le globe comme ayant été originairement à l'état de fluide parfait, on ne peut pas, dit-il, arriver encore à des conclusions plus précises que les suivantes :

1° Le globe peut être formé d'une enveloppe extérieure solide et d'une masse interne dont la fluidité est la plus grande au centre. L'épaisseur de l'enveloppe peut être très-faible, comparée au rayon, et la fluidité au centre approcher de celle qui admet le refroidissement par circulation.

2° Le globe peut être formé d'une enveloppe extérieure solide et d'un noyau central également solide, séparés l'un de l'autre par une matière en fusion. L'épaisseur de la croûte et le rayon du noyau solide peuvent être très-faibles, eu égard au rayon de la terre, et la fluidité de la masse intermédiaire est alors beaucoup moindre que celle qui permet le refroidissement par circulation.

3° Enfin, la terre peut être solide de la surface jusqu'au centre.

L'observation directe du mode de refroidissement du globe, en lui supposant une origine fluide ignée, nous laisse donc encore très-incertains sur l'état actuel de sa partie centrale. Cette incertitude résulte, non de l'imperfection de la partie mathématique des recherches, mais du manque de détermination expérimentale de valeurs qu'il sera toujours très-difficile, sinon impossible, de déterminer avec exactitude.

M. Hopkins recherche ensuite si l'on ne trouverait pas des preuves de la fluidité centrale dans les phénomènes de la précession et de la nutation, car l'action directe des forces qui les produisent doit être très-différente sur la partie interne, suivant que celle-ci est solide ou liquide. On a démontré que ces phénomènes étaient d'accord avec la solidité interne supposée dans certaines hypothèses rationnelles, relativement à la loi de densité, mais ils ne paraissent pas avoir été étudiés relativement à la fluidité interne supposée, et c'est ce problème dont l'auteur s'occupe particulièrement. Après avoir appliqué successivement l'analyse à l'attraction du soleil sur la croûte solide, comme à celle de la lune, puis à la pression exercée intérieurement sur les parois de la croûte par la masse fluide soumise à l'attraction solaire et lunaire, et enfin à la force centrifuge, il considère la tendance des forces agissant sur le fluide interne pour le mettre en mouvement, et trouve qu'en réalité les actions du soleil et de la lune ne déterminent point cette tendance, et que l'axe de rotation instantané du fluide interne sera exactement semblable à celui de la croûte, et de même ordre. Enfin, il arrive (*p.* 413) à ces autres conclusions.

1° Quelle que soit l'épaisseur de l'enveloppe, la précession sera la même que si toute la terre était homogène et solide.

2° La nutation lunaire sera la même que pour un sphéroïde homogène, et à un tel degré d'approximation que la différence est inappréciable à l'observation.

3° La nutation solaire sera aussi sensiblement la même que pour le sphéroïde homogène, à moins que l'épaisseur de la coque ne soit très-approchée d'une certaine valeur un peu moindre que un quart du rayon terrestre, auquel cas cette mutation deviendra beaucoup plus grande que pour le sphéroïde solide

4° Outre ces mouvements de précession et de nutation, le pôle de la terre aurait un petit mouvement circulaire dépendant entièrement de la fluidité intérieure. Le rayon du cercle ainsi décrit serait le plus grand lorsque l'épaisseur de l'écorce serait la moindre, mais l'inégalité ne pourrait excéder, pour la plus faible épaisseur de l'écorce, une quantité de même ordre que la nutation solaire.

Dans un second Mémoire, M. Hopkins a traité la même question en supposant l'intérieur de la terre fluide et hétérogène, ou mieux, le fluide interne et l'écorce comme étant des corps de nature différente. Parmi les problèmes qu'il a examinés se trouve celui de la permanence de l'inclinaison de l'axe de la terre, depuis la première formation de la croûte, et en admettant que la solidification ait commencé par la surface.

Enfin, dans la troisième série de ses recherches, l'auteur s'occupe de l'épaisseur et de la constitution de la croûte terrestre, et en particulier du minimum d'épaisseur compatible avec la valeur de la précession observée. Dans le cas de la terre, le passage de la partie fluide à la partie solide n'est pas immédiate comme il l'avait d'abord supposé. Si l'on considérait comme fluide toute la masse qui n'est pas parfaitement solide, ou comme solide toute celle qui n'est pas parfaitement fluide, on donnerait une trop faible ou une trop grande épaisseur à la croûte; aussi M. Hopkins admet-il une surface d'égale fluidité, ou si l'on veut d'égale solidité, intermédiaire aux deux surfaces de parfaite solidité et de parfaite fluidité, et telle que, si tout ce qui est au-dessus était parfaitement solide et tout ce qui est au-dessous complétement fluide, la précession et la nutation seraient les mêmes que dans le cas où le passage de la solidité de la croûte à la masse fluide interne serait graduel et continu. Il nomme cette surface, *surface effective interne*, et sa distance à la surface extérieure, *épaisseur effective de la croûte*.

Le degré de solidité et de fluidité d'un point quelconque de l'intérieur du globe dépend en partie de sa température et de la pression qui s'y exerce, et, après avoir indiqué, d'une manière relative, la surface de même fluidité ou solidité passant par ce point, M. Hopkins fait voir que la détermination des formes des surfaces isothermes à l'intérieure du sphéroïde, est entièrement approchée lorsque l'ellipticité est petite, et le temps pendant lequel le refroidissement a lieu est très-grand, comme on peut le supposer pour la terre.

Il déduit de la marche analytique du problème, qu'il faudrait descendre à une profondeur égale à environ un cinquième du rayon terrestre avant d'arriver à la surface d'égale fluidité avec une ellipticité de la valeur exigée, c'est-à-dire que l'épaisseur effective de la croûte doit être égale à un quart ou un cinquième au moins du rayon terrestre pour que la précession ait la valeur observée.

Ce résultat de calculs assez compliqués fait penser à l'auteur qu'il n'y a point, comme on l'a supposé, de communication entre les orifices volcaniques et la surface du noyau fluide interne, et que la matière fondue des volcans actuels se trouve dans des réservoirs d'une étendue limitée, constituant des lacs souterrains, mais non un véritable océan. Il attribue à la même cause la plupart des grands soulèvements reconnus, excepté peut-être le plus ancien, car, à l'époque de ces divers soulèvements, la croûte terrestre était déjà d'une énorme épaisseur. Cette supposition de lacs souterrains ignés, à une faible profondeur, s'accorde d'ailleurs avec les recherches fondées sur les principes de la mécanique pour les phénomènes d'élévation, tels qu'il les a donnés dans son *Mémoire sur la géologie physique* (533). Ces parties fluides, placées au milieu de la croûte solide, de même que leur permanence dans cet état, seraient dues à une plus grande fusibilité de la matière qui les constitue.

Comme conséquence de ses Mémoires précédents, M. Hopkins insiste de nouveau sur la permanence de l'inclinaison moyenne de l'axe terrestre, sur le plan de l'écliptique (page 53), en faisant remarquer que les preuves de cette permanence n'avaient été jusqu'alors basées que sur l'hypothèse de la solidité entière du globe, présomption qui, quel que soit l'état actuel de notre planète, ne peut jamais être admise comme nécessairement applicable à toutes les époques antérieures à l'existence des êtres organisés à sa surface. Mais cette proposition étant démontrée vraie, en l'appliquant à la terre depuis l'origine de son enveloppe externe solide, doit faire regarder comme essentiellement fausse toute hypothèse établie sur le changement de position de l'axe de la terre, soit que l'on suppose l'intérieur avoir été solide et fluide, soit qu'on le suppose encore tel aujourd'hui.

Plus loin, l'auteur démontre que, quand même la pression des éléments de la terre ne serait pas telle qu'il en résultât la solidification d'une partie de la masse, la conclusion relative à l'épaisseur de la croûte terrestre serait encore vraie *a fortiori*. Ainsi, la détermination de la dernière limite à cette épaisseur est indépendante de l'effet inconnu de pression, ou, en d'autres termes, de la détermination expérimentale de température de fusion, pour différentes substances sous de hautes pressions.

Il a fait voir également que la température actuelle de l'intérieur de la terre ne peut être due à sa chaleur originaire, si la température de fusion pour la matière est indépendante de la pression à laquelle la matière

(533) *Researches in physical geology* (Recherches sur la géologie physique) [*Transac. of the Cambridge phil. Soc.*, vol. VI, p. 1, 1835-1836].

fondue est soumise; car, dans ce cas, elle doit être sans doute suffisante à la profondeur de 1/4 ou 1/5 du rayon terrestre pour fondre toutes les roches de la partie solide sous la pression de l'atmosphère; par conséquent, à ces profondeurs, la matière serait à l'état de fusion, et la croûte de la terre devrait être très-mince, à moins que la solidification n'ait été déterminée par la pression; or, comme M. Hopkins a prouvé que cette croûte ne pouvait être très-mince, il en résulte que sa proposition est démontrée, c'est-à-dire que la température de fusion est dépendante de la pression à laquelle elle est soumise.

Nous n'avons pu faire connaître que très-succinctement les principaux points de la question à laquelle M. Hopkins a appliqué les calculs très-variés de l'analyse, et quelques-uns des résultats qu'il en a déduits; mais ils suffiront peut-être pour indiquer la voie dans laquelle il s'est engagé, et que nous désirerions voir suivie par les personnes qui, familiarisées comme lui avec le mécanisme des formules, le sont également avec toutes les données de la physique expérimentale et les résultats de la géologie moderne. Les conclusions de l'auteur sont sans doute encore plutôt négatives que positives, mais elles témoignent du désir de chercher la vérité avec une extrême bonne foi, et sont beaucoup plus utiles que ces hypothèses hardies et tranchantes basées sur des éléments incomplets et qui s'écroulent devant le plus simple bon sens. M. Hopkins, dans ses applications directes des mathématiques à certains pays affectés par l'action des forces souterraines, a fait voir quel parti on pouvait tirer de ce mode de recherches, lorsqu'on possédait également bien et sans idée théorique préconçue, tous les éléments d'un problème, à quelque ordre d'idées ou de faits qu'ils appartiennent.

HOUILLE. *Voy.* Flore fossile et Végétaux fossiles. — *Son utilité.* — *Voy.* Couches carbonifères et l'*Introduction.* — *Son origine et sa formation suivant M. Maupied.* — *Voy.* Maupied et l'*Introduction*, Carboniférien, etc.

HUTCHINSON, *Voy.* Géologie.

HUTTON. *Voy.* Géologie.

HUTTON (W.), *ses opinions sur les végétaux fossiles.* — *Voy.* Flore fossile.

HYDROGÈNE, *son rôle dans la constitution de la terre.* — *Voy.* Matières élémentaires du globe terrestre.

HYLÆOSAURE. *Voy.* Iguanodon

HYPOTHESES, *qu'en faut-il penser?* — *Voy.* Cosmogonie.

I

ICHNITES. *Voy.* Empreintes physiologiques.

ICHTHYOSAURE (ἰχθύς, *poisson*, σαῦρος, *lézard*). — Animal marin de l'ordre des sauriens, dont plusieurs espèces fossiles présentent une organisation fort extraordinaire. Elles offrent des combinaisons de formes et de structure presque incroyables, et qui les mettaient en harmonie avec des modes d'existence dont aucun exemple ne nous est offert par les espèces actuelles de la classe des reptiles. Leurs restes abondent, surtout dans le lias et dans les formations oolitiques de la série secondaire (534): et ce ne sont pas seulement des animaux voisins des crocodiles ou des gavials du Gange que l'on y rencontre, mais aussi, et en bien plus grand nombre, des lézards gigantesques qui habitaient les mers et les golfes des époques où cette histoire nous reporte.

Parmi les espèces les plus remarquables de ces reptiles, il en est quelques-unes qui ont été réunies pour constituer le genre ichthyosaure (*poisson-lézard*), ainsi nommées à cause d'une certaine ressemblance de leurs vertèbres avec celles des poissons. Si nous étudions ces créatures sous le rapport de leurs organes de locomotion et des moyens d'attaque ou de défense qui résultent de leur structure extraordinaire, nous y trouverons des combinaisons de formes et d'arrangements mécaniques, qui se rencontrent encore dispersées dans certains ordres ou dans certaines classes actuellement existantes, mais jamais réunies dans un seul genre. C'est ainsi qu'un même individu offre le museau d'un marsouin et les dents du crocodile, la tête d'un lézard et les vertèbres d'un poisson, le sternum d'un ornithorhynque et les nageoires d'une baleine. L'ichthyosaure, par son aspect général, devait rappeler de bien près le marsouin moderne, ou l'épaulard (*delphinus-orca*). Il avait quatre pattes élargies, sortes d'avirons, et son corps se terminait en arrière par une queue longue et puissante. Les plus grands de ces reptiles ont dû avoir plus de trente pieds de long.

On connaît sept ou huit espèces du genre ichthyosaure, et elles se ressemblent toutes par les points généraux de leur organisation,

(534) Le dépôt principal où l'on ait trouvé ces animaux est le lias de Lyme-Regis; mais ils abondent aussi dans toute l'étendue qu'occupe cette formation en Angleterre, c'est-à-dire depuis les côtes du Dorset jusqu'à celles du Yorkshire, en traversant les comtés de Sommerset et de Leicester. On les rencontre aussi dans le lias de la France et de l'Allemagne. Le genre ichthyosaure paraît avoir commencé avec le muschelkalk, et être parvenu jusqu'à la formation crétacée en traversant la période oolithique tout entière. La couche la plus récente dans laquelle on ait trouvé quelques restes appartenant à ce genre est la marne crayeuse de Douvres, où ils ont été découverts par M. Mantell.

et par la présence de ces divers organes singuliers dans lesquels j'essaierai de faire voir des mécanismes et des arrangements en rapport avec leurs habitudes et leur mode de vie.

Tête. — Le tête, qui chez tous les animaux, est la région la plus importante et la plus caractéristique, fait voir, au premier coup d'œil, que les ichthyosaures étaient des reptiles qui, bien que voisins des crocodiles modernes par plusieurs de leurs caractères, se rapprochaient néanmoins encore davantage des lézards. Ils ressemblent aux crocodiles plus qu'à aucun autre animal, par la forme et l'arrangement de leurs dents. Mais, au lieu que l'ouverture de leurs narines soit placée, comme chez ces derniers, à l'extrémité du museau, on la voit, comme chez les lézards, tout près de l'angle antérieur de l'orbite oculaire. Mais, ce que leur tête offre de plus remarquable, c'est le volume extraordinaire des yeux qui dépassent ceux de tous les animaux non contemporains (535). Leurs mâchoires doivent avoir eu une ouverture énorme; car elles ont jusqu'à six pieds dans la plus grande espèce, l'*ichthyosaurus platyodon;* et on ne peut révoquer en doute que la voracité de cet animal ait été en proportion de ses moyens de destruction. Son cou est court comme celui des poissons.

Dents. — Les dents de l'ichthyosaure sont coniques, et ressemblent beaucoup à celles des crocodiles; mais elles sont beaucoup plus nombreuses, puisque, dans certains cas, on en trouve jusqu'à cent quatre-vingts. Elles varient du reste suivant les espèces, et ne sont point implantées dans des alvéoles profondes et séparées, comme celles de ces derniers animaux; mais elles sont rangées dans une rigole longue et continue, creusée dans l'os maxillaire, et où la séparation en alvéoles distinctes est représentée, à l'état de vestige, par quelques replis peu saillants qui tiennent aux parois de la rigole et s'étendent dans l'intervalle des dents. Le mécanisme à l'aide duquel les vieilles dents sont remplacées par des dents nouvelles, est à peu près le même dans les ichthyosaures que dans les crocodiles. La dent nouvelle prend naissance au pied de l'ancienne; celle-ci, par suite de la compression latérale qu'elle éprouve, a sa base bientôt absorbée, et son corps finit par tomber pour faire place à celle qui doit lui succéder.

Comme les habitudes de rapine des ichthyosaures les exposaient, ainsi que les crocodiles de nos jours, à la perte fréquente de leurs dents, il a été abondamment pourvu, dans les uns et dans les autres, à ce qu'elles fussent continuellement remplacées.

Yeux. — Le volume énorme de l'œil des ichthyosaures est une des particularités les plus remarquables de leur organisation. La grande quantité de lumière que ces organes pouvaient admettre, par suite de ce diamètre extraordinaire, devait leur donner une puissance de vision remarquable, et nous trouvons ailleurs des preuves que ces yeux pouvaient remplir tout à la fois les fonctions du microscope et du télescope. A la partie externe de la cavité orbitaire où cet œil était logé, se trouve une série circulaire de plaques osseuses minces et pétrifiées, entourant l'ouverture centrale où fut la pupille. Pour la forme et l'épaisseur, chacune de ces plaques ressemble beaucoup aux écailles d'un artichaut : ce cercle de plaques osseuses n'existe pas dans les poissons; mais on le trouve dans les yeux de plusieurs oiseaux (536), ainsi que dans ceux des tortues terrestres et marines, des lézards, et même, bien que moins développé, dans ceux des crocodiles.

Chez les animaux vivants, ces plaques osseuses sont fixées dans la tunique externe de l'œil, ou sclérotique, et leur action a pour résultat de modifier la convexité de la cornée. Si elles sont ramenées en arrière, la cornée transparente se trouve repoussée en avant, son rayon diminue, et l'œil devient un microscope. Viennent-elles à reprendre leur position lorsque l'œil est en repos, elles en font une sorte de télescope. Les parties molles de l'œil des ichthyosaures sont entièrement détruites, mais la conservation de ce curieux appareil de plaques osseuses nous fournit une preuve que les yeux énormes auxquels ils servaient jadis d'enveloppe extérieure étaient des instruments d'optique d'un pouvoir prodigieux, et susceptibles de varier leur action de telle sorte que l'ichthyosaure pouvait découvrir sa proie aux plus grandes comme aux plus

(535) On voit dans la collection de M. Johnson, à Bristol, le crâne d'un ichthyosaurus platyodon, dont les cavités orbitaires ont 14 pouces dans leur plus grand diamètre.

(536) La sclérotique osseuse des ichthyosaures se rapproche beaucoup pour sa forme du cercle osseux qui entoure la pupille de l'aigle doré. Dans l'un comme dans l'autre cas, cette disposition a pour but de faire varier l'étendue de la vision distincte, de façon à ce que l'animal puisse découvrir sa proie aux distances les plus éloignées comme aux distances les plus courtes. Ces plaques osseuses servent encore à conserver à la partie proéminente de l'œil cette saillie qui est si remarquable chez les oiseaux. Chez les hiboux, où la vision à de grandes distances est incompatible avec leurs habitudes nocturnes, le cercle osseux, d'après les observations de M. Yarrel, est concave et prolongé en avant, de telle façon que la surface externe de l'œil se trouve portée à l'extrémité d'un long tube, et saille ainsi en dehors des plumes légères qui forment un duvet autour de la tête. Cet auteur ajoute : *L'étendue de vision dont jouissent les faucons a été probablement refusée aux yeux des hibous; mais la sphéricité plus considérable du cristallin et de la cornée chez ces oiseaux de proie leur donne une intensité de vision plus en rapport avec l'obscurité de l'atmosphère où s'exerce leur action visuelle. Ces oiseaux peuvent être comparés aux personnes myopes qui voient les objets plus grands et plus clairs, pourvu qu'ils soient placés à la distance naturelle de leur vision distincte, parce qu'ils le voient sous un angle plus grand.* (YARREL, *Anatomie des oiseaux de proie* [*Zoological Journal*, tome III, p. 188])

petites distances, au sein de l'obscurité des nuits et des abîmes de l'Océan. Enfin nous y trouvons un nouveau caractère qui associe à la famille des lézards l'animal auquel appartenaient des yeux ainsi conformés et en même temps l'éloigne à une grande distance de la classe des poissons (537).

Un autre genre d'utilité qu'offrait ce curieux appareil de lames osseuses, c'est qu'il soutenait la surface externe de ce vaste globe oculaire, dont le volume excédait souvent celui de la tête d'un homme, et lui donnait la force nécessaire pour supporter la pression des eaux profondes. En outre, comme les narines occupent l'angle antérieur oculaire de l'orbite, les yeux se trouvaient nécessairement élevés au-dessus de la surface des eaux, toutes les fois que l'animal y venait prendre l'air nécessaire à sa respiration, et ces importants organes recevaient encore de leur enveloppe osseuse un service précieux, par la protection qu'ils y trouvaient dans cette circonstance contre les injures des vagues.

Mâchoires. — Les mâchoires des ichthyosaures, de même que celles des crocodiles et des lézards qui se prolongent plus ou moins en un bec saillant, sont formées par l'assemblage de plusieurs lames disposées de façon à réunir la force, l'élasticité et la légèreté à un bien plus haut degré que n'eussent pu le faire des os isolés, tels que ceux qui constituent les mâchoires des mammifères. Il est évident qu'une mâchoire inférieure aussi mince et en même temps aussi allongée que le sont celles des crocodiles ou des ichthyosaures, et qui devait avoir pour emploi de retenir les grands et puissants animaux qui formaient leur proie, eussent été comparativement faibles et faciles à briser, si elles n'eussent été composées que d'un os unique. Aussi chaque moitié latérale de la mâchoire inférieure était-elle formée de six pièces distinctes.

Cet arrangement de la mâchoire inférieure, dans le but de réunir la force et l'élasticité avec le plus petit poids de matériaux possible, est en tout semblable à celui qu'on donne aux lames de bois élastiques ou d'acier qui entrent dans la composition d'une arbalète ou d'un ressort de voiture. Dans la mâchoire de l'ichthyosaure, comme dans les deux cas que nous venons de citer, les lames sont plus nombreuses et plus épaisses sur les points où doit s'exercer un plus grand effort; elles sont plus minces et en plus petit nombre vers les extrémités, là où l'action est beaucoup moindre. Ceux qui ont été témoins du choc qui ébranle la tête du crocodile, lorsqu'il ferme brusquement ses mâchoires longues et minces, ont pu voir combien le maxillaire inférieur eût été exposé à se briser, si chacune de ses moitiés n'eût été formée que d'un seul os. Les mêmes dangers eussent été une conséquence de la même simplicité de structure de la mâchoire inférieure chez l'ichthyosaure. Dans l'un comme dans l'autre cas, ces six lames plates et minces de longueur et de force différentes, enchevêtrées et fortement liées les unes aux autres, pour former chaque moitié de la mâchoire inférieure, compensent la faiblesse et la fragilité qui étaient une conséquence nécessaire de l'allongement extrême du museau.

M. Conybeare signale encore, dans la mâchoire de l'ichthyosaure, un arrangement fort remarquable, et tout à fait analogue à certaines dispositions adoptées depuis peu dans l'architecture navale (538).

Vertèbres.—La colonne vertébrale de l'ichthyosaure est composée de plus de cent vertèbres; et bien qu'elle supporte une tête qui ressemble beaucoup à celle d'un lézard, elle offre dans sa structure les plus grandes analogies avec le mode d'organisation propre à la colonne vertébrale des poissons. Cet animal ayant été créé pour une locomotion rapide à travers les mers, des vertèbres à facettes concaves, telles que celles qui par leur mécanisme contribuent à donner aux poissons leur grande puissance de locomotion (539), étaient beaucoup plus en rapport avec de telles fonctions que les vertèbres

(537) Une disposition analogue a été accordée aux poissons, dans le but d'opposer à la pression du liquide ambiant la résistance nécessaire pour que les yeux conservent leur forme. Elle consiste dans l'ossification de la capsule extérieure; mais, chez ces derniers animaux, l'ossification est ordinairement simple, bien que plus ou moins complète suivant les différentes espèces, et la lame circulaire osseuse n'est jamais divisée par des sections transversales en un grand nombre de plaques, comme cela a lieu dans les lézards et dans les oiseaux. Les capsules oculaires osseuses sont souvent conservées dans les têtes de poissons fossiles. On en rencontre en abondance dans l'argile de Londres, et quelquefois aussi dans la craie.

(538) L'os coronoïde pénètre entre le dental et l'operculaire, et ses fibres sont dirigées obliquement, tandis que celles de ces deux derniers os sont horizontales et parallèles. La force de résistance de cet organe est considérablement accrue par cette direction diagonale des fibres, sans que son poids ni son volume s'en augmentent de la plus faible quantité. Il existe une pareille structure dans les os de la tête des poissons, et aussi, bien qu'à un degré moindre, dans la tête des tortues. (*Géolog. transac.*; London, t. V, p. 365, et nouv. séric, t. I^er^, p. 112.)

(539) La section d'une vertèbre de poisson offre deux cônes creux réunis par leur sommet au centre de la vertèbre et rappelant la forme d'un sablier; mais la base de chacun des cônes, au lieu d'être fermée, comme cela a lieu dans le sablier, par une lame plate et élargie, se termine par un bord mince comme celui d'un verre à pied, et qui s'applique sur le bord opposé de la vertèbre adjacente. L'espace vide que laissent entre eux ces deux cônes creux est rempli par une substance molle et flexible, ayant la forme de deux cônes solides juxta-posés par leur base, et disposés de façon que chaque cône creux vertébral s'applique exactement sur l'un de ces cônes élastiques pleins qui le remplit et lui permet de se mouvoir dans toutes les directions. Ce mode spécial d'articulation donne à la colonne vertébrale tout entière une grande puissance, et lui permet une flexion rapide dans tous les sens au sein des eaux. Mais, comme la flexion verticale est beaucoup moins nécessaire que la flexion latérale, elle se trouve

solides des lézards et des crocodiles. Mais d'un autre côté, ces cônes creux juxta-posés ne pouvaient entrer comme élément dans la colonne vertébrale de quadrupèdes destinés à habiter la terre ferme; cette partie essentielle de leur charpente solide étant presque à angle droit avec les membres, devait être formée par une suite de pièces osseuses, larges et aplaties, et serrées avec une force considérable les unes contre les autres. Il est donc évident que si à des créatures d'une taille et d'un volume aussi considérables que les ichthyosaures, et une fois pourvues de vertèbres construites sur le même principe que celles des poissons, il eût été donné, au lieu de rames élargies, des membres organisés de la manière ordinaire, elles n'eussent pu se mouvoir sur le sol, sans qu'il en résultât de graves lésions dans leur charpente osseuse (540).

Côtes. — Les côtes sont minces, et pour la plupart bifurquées à leur extrémité supérieure; il y en a dans toute la longueur de la colonne vertébrale, depuis la tête jusqu'au bassin, et c'est un rapport de plus entre la structure de l'ichthyosaure et celles des lézards actuels. Un grand nombre de ses os se réunissent en avant du thorax. Les côtes du côté droit s'unissent à celles du côté gauche, à l'aide de certains os intermédiaires analogues aux portions cartilagineuses, intermédiaires et sternales des côtes chez les crocodiles, et aux os qui, chez le plésiosaure, forment ce que M. Conybeare a appelé les arcs sterno-costaux. Cette structure avait probablement pour but d'admettre dans la poitrine une quantité d'air considérable et de permettre ainsi à l'animal de demeurer longtemps sous les eaux, sans avoir besoin de venir à la surface (541).

Sternum. — A un animal créé pour habiter la mer, sous la condition de venir respirer l'air atmosphérique, il fallait un appareil qui lui permît de plonger sous les flots et de revenir à leur surface avec une égale facilité. Cet appareil, nous le trouvons réalisé, avec un déploiement de puissance vraiment prodigieux, dans les rames antérieures de l'ichthyosaure, et dans la manière non moins extraordinaire dont se combinent les os de l'arcade sternale, ou de cette partie du thorax à laquelle les rames sont fixées.

Ces os, par un rapprochement curieux, offrent à très-peu près les mêmes combinaisons que ceux qui constituent la même arcade, dans l'ornithorhynque de la Nouvelle-Hollande (542), animal qui passe sa vie à chercher sa nourriture au fond des lacs et des rivières, et qui, comme l'ichthyosaure, est forcé de revenir à la surface pour y respirer l'air atmosphérique.

Ainsi, voilà une race d'animaux qui se

limitée par des apophyses épineuses, soit qu'elles chevauchent les unes au-dessus des autres, ou qu'elles soient simplement contiguës.

C'est là une disposition mécanique d'une grande utilité pour des animaux construits comme le sont les poissons. La queue est pour eux le principal organe de locomotion, et le poids de leur corps étant constamment soutenu par l'eau dans laquelle ils sont plongés, n'exerce sur les bords par lesquels les vertèbres sont en contact, qu'une pression faible ou tout à fait nulle.

(540) Sir T. Home a de plus observé une particularité du canal spinal qui n'existe dans aucun autre animal. La portion annulaire n'est point soudée au corps de la vertèbre comme chez les mammifères; elle n'y est point non plus réunie par une suture comme chez les crocodiles, mais elle en demeure entièrement distincte, et s'y articule à l'aide d'une tête ovale comprimée, reçue dans une cavité glénoïdale. M. Conybeare ajoute que ce mode d'articulation concourt, avec la disposition cupuliforme des articulations intervertébrales, pour donner plus de flexibilité à la colonne et rendre plus faciles ses mouvements ondulatoires. Car, si ces diverses parties eussent été solidifiées comme chez les mammifères, les apophyses articulaires, serrées comme elles le sont sur tout l'ensemble de la colonne, eussent rendu impossibles dans ses diverses parties tous les mouvements qui, à l'aide du mode d'articulations que nous venons de décrire, deviennent faciles.

(541) Ces arcs sterno-costaux faisaient probablement partie d'un appareil condensateur qui donnait à ces animaux la faculté de comprimer l'air dans l'intérieur de leurs poumons avant que de s'enfoncer sous les eaux. M. Faraday (*Lond. and Edin. Phil. Mag...* oct. 1833) a indiqué un moyen à l'aide duquel l'homme peut lui-même disposer ses organes de façon à prolonger considérablement son séjour dans une atmosphère impure ou sous l'eau, comme le pratiquent les pêcheurs de perles; et ce moyen a été confirmé par les expériences de sir Graves C. Houghton. Si, après avoir, à l'aide d'une inspiration profonde, fait pénétrer dans les poumons une quantité d'air aussi considérable que possible, on cesse tout mouvement respiratoire, le temps que l'on pourra passer sans reprendre haleine sera double ou plus que double de celui qu'on eût pu passer sans cette précaution préparatoire. Quand MM. Brunel jeune et Gravatt descendirent, à l'aide de la cloche à plongeur, à une profondeur d'environ trente pieds dans le trou par où la Tamise avait fait irruption dans le tunnel à Rotherhitte, M. Brunel plongea au-dessus de la cloche, après avoir inspiré profondément l'air comprimé qui y était contenu, et il éprouva qu'il pouvait demeurer deux fois plus longtemps sous l'eau que dans les circonstances ordinaires.

Buckland tient aussi de M. Gravatt qu'il peut plonger et demeurer jusqu'à trois minutes sous l'eau, pourvu qu'il remplisse ses poumons de la plus grande quantité d'air possible, ce qu'il fait par une succession d'inspirations rapides et fortes, à la suite desquelles il comprime immédiatement l'air de ses organes respiratoires par une forte contraction des muscles du thorax et se jette à l'eau. Cette compression des poumons a de plus encore cet avantage que le poids spécifique du corps s'en accroît, et par conséquent aussi la rapidité avec laquelle il tombe au fond.

Il est probable que tous ces avantages se trouvaient réunis dans le mode de respiration de l'ichthyosaure et du plésiosaure.

(542) Cet animal nous offre l'amalgame singulier d'un quadrupède à fourrure dont la bouche est armée d'un bec comme celui d'un canard, dont les quatre pieds sont palmés, dont la femelle allaite ses petits, bien qu'elle paraisse être ovovivipare, et dont le mâle a les jambes armées d'ergots. — *Voyez* les *Mémoires* de M. R. Owen sur l'*ornithorhynchus paradoxus*, dans les *Transactions philosophiques de Londres* 1832, deuxième partie; et 1834, deuxième partie. — *Voy.* aussi son Mémoire sur le même sujet, dans les *Transactions de la Société géologique de Londres*, 1835, troisième partie. L'auteur y fait voir tant dans l'appareil de la reproduction que dans

sont éteints à l'époque où s'est terminée la série secondaire des formations géologiques, et qui offrent dans leur structure un ensemble de dispositions fondées sur le même principe que celles qui, de nos jours, ont été employées pour produire les mêmes résultats chez l'un des quadrupèdes aquatiques les plus curieusement organisés de la Nouvelle-Hollande (543).

Rames. — Par la forme de ses extrémités, l'ichthyosaure s'éloigne beaucoup des lézards pour se rapprocher des baleines. Dans un animal aussi grand, qui se mouvait dans les flots avec rapidité, et devait venir respirer l'air à leur surface, il fallait que les membres antérieurs du lézard eussent subi de grandes modifications pour servir ces habitudes de cétacés. Leurs extrémités ont dû devenir des nageoires au lieu de pieds; et sous ce point de vue elles offrent, à un degré encore plus élevé que les nageoires de la baleine, la combinaison de la force avec l'élasticité. La série d'os polygonaux qui constituaient les phalanges des doigts varie en nombre suivant les espèces. Il y en a plus de cent dans quelques-unes. Ils diffèrent pour leur forme de ce que sont les phalanges, soit chez les lézards, soit chez les baleines, et c'est à cet accroissement en nombre, en même temps qu'aux différences dans les dimensions, qu'il faut attribuer l'augmentation de puissance et d'élasticité qui s'y fait remarquer. Ce bras et cette main, convertis ainsi en un aviron élastique, et recouverts de leur peau, devaient ressembler beaucoup, pour leur apparence extérieure, aux rames sans doigts distincts du marsouin et de la baleine. Leur position à la partie antérieure du corps est aussi à peu près la même. Dans ces animaux, on voyait en outre des extrémités ou nageoires postérieures qui manquent dans les cétacés, et qui remplaçaient probablement la queue aplatie et horizontale de ces derniers; ces rames postérieures étaient de moitié plus petites que les antérieures (544).

M. Conybeare fait observer, avec la sagacité qui lui est ordinaire, que les motifs qui ont déterminé cette modification dans les proportions accoutumées des membres postérieurs chez les quadrupèdes en général, sont les mêmes auxquels on doit attribuer la diminution relative des mêmes parties chez les phoques, et leur disparition complète chez les cétacés, et se trouvent dans la nécessité de placer le centre ou point d'application de l'action latérale des organes de locomotion au-devant du centre de gravité. C'est pour la même raison que les ailes des oiseaux sont fixées à la partie antérieure du corps; et, dans les vaisseaux ainsi que dans les bateaux à vapeur, le centre d'action des puissances motrices, soit qu'elles résident dans les voiles ou dans les roues à palettes, occupent, par rapport au centre de gravité, la même position. Dans les poissons, il est vrai, l'organe principal de locomotion, la queue, occupe l'extrémité postérieure du corps; mais cet organe, par son mode spécial d'action, produit une force impulsive, un *vis a tergo*, et agit par conséquent dans des conditions tout autres que des organes fixés latéralement (545).

Pour terminer cet article, dans lequel nous venons de passer en revue avec détails l'un des genres les plus intéressants et les plus anciens parmi tous ceux que la science géologique a restitués à la lumière, je crois devoir présenter quelques considérations sur les causes finales de ces déviations remarquables du type primitif, celui du lézard; déviations par suite desquelles l'ichthyosaure réunit une combinaison des caractères qui s'ajoutent au type commun dans les poissons, les baleines et les ornithorynques.

De même qu'un lézard, créé pour vivre au sein des eaux à la manière des poissons, n'a dû recevoir des vertèbres d'une forme analogue à celle des poissons que dans le but d'une locomotion plus rapide, de même aussi le choix pour les extrémités postérieures d'une forme qui les rapproche des avirons de la baleine a dû avoir pour but de convertir ces extrémités en de vigoureuses nageoires; et le don d'une fourchette et de clavicules analogues à celles de l'ornithorynque est un troisième et non moins frappant exemple des admirables prévisions à l'aide desquelles il est donné à des animaux d'une certaine classe de pouvoir vivre dans l'élément assigné à l'existence d'une classe différente. Si donc les lois de la corrélation des parties sont moins rigoureusement maintenues dans l'ichthyosaure que dans les autres créatures éteintes que nous retrouvons parmi les débris des formations primitives, il n'en est pas moins vrai que ces déviations, loin d'être l'œuvre du hasard, ou d'accuser d'imperfection le travail de l'intelligence créatrice, sont des exemples de plus de l'arrangement parfait et du choix plein de sagesse qui conduit et régularise jusqu'aux aberrations en apparence les plus contraires à toute règle.

Pourvu de la colonne vertébrale d'un poisson comme organe d'une progression rapide; des nageoires de la baleine et du sternum de l'ornithorhynque comme instruments d'élévation ou d'abaissement au sein des eaux, le reptile qui nous occupe offrait une combinaison d'arrangements mécaniques que nous ne trouvons plus que répar-

d'autres appareils, une foule de rapports entre cet animal et les reptiles.

(543) L'échidné ou fourmilier épineux, de la Nouvelle-Hollande, est le seul mammifère terrestre connu chez lequel on trouve une fourchette et des clavicules semblables. Comme cet animal se nourrit de fourmis, et se retire dans des terriers profonds, cette structure peut être l'une des causes principales de la puissance considérable avec laquelle il fouille la terre. Il y a aussi chez le taïou un rudiment cartilagineux de fourchette qui paraît destiné à remplir le même but.

(544) Chez l'ornithorhynque aussi, l'expansion membraneuse ou palmure des pieds postérieurs est beaucoup moins étendue que celle des pieds antérieurs.

(545) *Transac. of the Geol. Soc.*, t. V, p. 579.

tis sur trois classes distinctes du règne animal. Si, destiné à produire des mouvements verticaux au sein des eaux, le sternum des ornithorhynques, nos contemporains, affecte des combinaisons de formes qui ne se rencontrent que dans un seul autre genre de mammifères, ce sont, d'un autre côté, les mêmes combinaisons que nous trouvons dans le sternum de l'ichthyosaure du monde primitif; de telle sorte qu'à des temps séparés les uns des autres par des intervalles d'une durée au delà de toute appréciation, nous voyons un même résultat obtenu par des instruments tellement identiques, qu'il ne nous est plus possible de douter qu'un même plan, qu'une intelligence unique aient présidé originairement à leur arrangement. C'était une fonction nécessaire et spéciale dans l'économie du lézard-poisson des anciennes mers que de monter à la surface des eaux pour y respirer l'air atmosphérique, et de descendre au fond pour y chercher sa nourriture; or, les mêmes mouvements sont encore, de nos jours, également spéciaux et nécessaires à l'ornithorhynque à bec de canard dans les lacs et les rivières de la Nouvelle-Hollande

L'admission dans ces animaux de pareilles déviations du type respectivement propre aux groupes dont ils font partie, dans le but de les harmoniser avec des déviations identiques des habitudes générales de ces mêmes groupes, offre une combinaison de compensations et d'arrangements tellement semblables dans leurs rapports, tellement identiques dans leur objet, tellement parfaits dans la subordination de leurs diverses parties et dans leur accord avec l'harmonie et la perfection de l'ensemble, qu'il nous est impossible de n'y pas reconnaître l'action d'un seul et même principe éternel de sagesse et d'intelligence qui a présidé, du commencement jusqu'à la fin, à l'œuvre tout entière de la création.

IGUANODON. — Tous les reptiles fossiles ne furent pas carnivores; il existe aussi dans la même grande famille des espèces remplissant les fonctions d'herbivores et en offrant tous les caractères. De ce nombre est le genre suivant, dont nous devons la connaissance aux savantes recherches de M. Mantell. Non-seulement cet historien infatigable de la formation wealdienne d'eau douce, a rencontré dans ces dépôts de la période comprise entre la série oolitique et la série crétacée des débris de plésiosaures, de mégalosaures, d'hylœosaures (546) et de plusieurs espèces de crocodiles et de tortues; mais il a découvert en outre, dans la forêt de Tilgate, les débris de l'iguanodon (547), reptile encore plus gigantesque que le mégalosaure, et que son système dentaire démontre avoir été herbivore. Les dents de l'iguanodon ressemblent si parfaitement par leur structure aux dents de l'iguane moderne, qu'elles ne laissent aucun doute sur les rapports intimes qui existent entre ce dernier reptile, notre contemporain, et le premier, le plus gigantesque de ceux qui ont disparu de la surface du globe. Si nous observons que les plus grandes espèces d'iguanes vivants ont rarement plus de cinq pieds de long, tandis que leur congénère fossile dut avoir une taille douze fois plus considérable, nous ne pourrons nous défendre d'un mouvement d'étonnement en rencontrant dans des organes aussi caractéristiques que l'est le système dentaire, une ressemblance qui va presque jusqu'à l'identité entre les reptiles les plus énormes de la création ancienne et un genre qui ne renferme maintenant que des espèces proportionnellement si faibles. Suivant Cuvier, l'iguane commun habite toutes les contrées chaudes de l'Amérique; il passe la plus grande partie de sa vie sur les branches, où il se nourrit de fruits, de semences et de feuilles. La femelle va quelquefois à l'eau, pour déposer dans le sable ses œufs, qui sont à peu près de la grosseur de ceux d'un pigeon (548).

(546) L'hylæosaure ou lézard de bois fut découvert en 1832 dans la forêt de Tilgate, comté de Sussex. Ce lézard extraordinaire paraît avoir eu environ 25 pieds de long. Ce qui le caractérise surtout, ce sont les restes d'os allongés, plats et pointus, qui formaient sans doute une énorme frange cutanée, semblable aux épines cornées qui surmontent le dos des modernes iguanes. Ces os ont de 5 à 17 pouces de long, et de 3 à 7 pouces et demi de large à leur base. On trouve avec ces os des débris de grandes plaques tégumentaires osseuses, ou écailles épaisses, qui probablement étaient logées dans la peau.

(547) On n'a rencontré jusqu'ici l'iguanodon, à une seule exception près, que dans la formation wealdienne d'eau douce du sud de l'Angleterre, formation intermédiaire entre les dépôts marins oolitiques de la pierre de Portland, et les dépôts de sable vert (greenland) de la série crétacée. La découverte que l'on a faite en 1834 (*Phil. mag.*, juillet 1834, p. 77) d'une partie considérable du squelette de l'un de ces animaux dans les carrières de Kentish-Ray, près de Maidstone, est une preuve que l'existence de cette espèce n'a pas eu pour limite l'époque où s'est terminée la formation wealdienne. L'individu auquel appartint ce squelette fut probablement entraîné par les eaux de la mer, de la même manière que ceux dont on retrouve les ossements dans les dépôts d'eau douce sous-jacents à cette formation marine, ont dû être entraînés dans quelque embouchure de fleuve. Ce squelette unique se voit maintenant dans le musée de M. Mantell, et il est venu confirmer presque toutes les conjectures que ce savant avait établies sur des os isolés rapportés par lui au genre iguanodon.

(548) Dans un appendice à un mémoire inséré dans les *Transactions géologiques de Londres* (nouvelle série, t. III, 1re partie) au sujet d'os fossiles de l'iguanodon trouvés dans l'île de Wight et dans l'île de Purbech, Buckland a cité les faits suivants qui démontrent les habitudes herbivores des iguanes actuels.

Dans le printemps de 1829, M. W. J. Broderip vit un iguane vivant, d'environ 2 pieds de long, dans une serre des pépinières de M. Miller près de Bristol. Cet animal refusa tous les insectes qu'on lui offrit ainsi que toute espèce de nourriture animale; mais, s'étant approché de quelques pieds de haricots que l'on avait placés dans cette serre pour y hâter leur développement, il se mit à en manger les feuilles, et depuis ce moment on l'a nourri avec cette plante. En 1828, le capitaine Belcher rencontra dans

De ce fait que les iguanes modernes ne se rencontrent que dans les régions les plus chaudes de notre globe, nous sommes autorisés à conclure qu'une température égale à celle de ces contrées, sinon plus élevée, régnait sur les côtes maintenant tempérées du sud de l'Angleterre, à l'époque où elles avaient pour habitants des lézards aussi énormes que l'iguanodon. Il est prouvé par un fragment de fémur de la collection de M. Mantell que l'os de la cuisse de ce reptile surpassait en grosseur celui des éléphants les plus grands. Ce fragment a 22 pouces de circonférence dans sa moindre épaisseur, et il a dû avoir en longueur environ 4 ou 5 pieds. Et si l'on vient à comparer les dimensions de cet os monstrueux avec celles des dents fossiles qui l'accompagnent, on voit que ce rapport est à peu de chose près celui qui existe entre le fémur de l'iguane et ses dents si caractéristiques et si semblables à celles de l'iguanodon (549).

Les grandes cavités médullaires du fémur et la forme des os des pieds démontrent que l'iguanodon, comme le mégalosaure, était organisé pour une locomotion terrestre.

Une analogie de plus existe entre le reptile fossile et ses congénères actuels ; c'est l'existence d'une corne osseuse surmontant le museau. Deux faits d'organisation aussi remarquables que cette corne nasale d'une part, et de l'autre le mode de dentition dont aucun exemple ne se rencontre ailleurs que chez les iguanes, fournissent, dans leur présence simultanée, une preuve nouvelle de l'universalité de ces lois de coexistence des parties dont l'empire n'est pas moins absolu sur les genres et les espèces qui font partie de l'univers fossile que sur les existences qui composent le règne animal du monde actuel.

Dents. — Comme les dents sont les organes les plus caractéristiques et les plus importants de l'animal tout entier, j'essaierai de faire voir qu'elles ont été l'objet d'un arrangement providentiel, soit dans leur structure, soit dans la matière dont elles se renouvellent, soit enfin dans le mode tout spécial suivant lequel elles s'adaptent à un régime essentiellement végétal. Ces dents ne sont point logées dans des alvéoles distinctes comme celles des crocodiles, mais fixées, comme cela a lieu chez les lézards, à la face interne de l'os dental, auquel elles sont soudées par l'une des faces de la substance osseuse de leur racine.

Les dents des quadrupèdes herbivores, si l'on en excepte les défenses, forment deux groupes à fonctions bien distinctes, les incisives et les molaires ; les premières destinées à saisir et à arracher au sol ou aux plantes les substances végétales alimentaires, les autres à les broyer et à les préparer pour qu'elles descendent dans l'estomac. Les iguanes, bien qu'ils soient en grande partie herbivores, offrent une exception frappante à cette règle générale. Comme leurs dents sont peu propres au broiement des aliments, elles les laissent passer dans l'estomac presque sans leur avoir fait subir aucune division.

Le reptile géant qui nous occupe possède des dents tout à fait pareilles à celles de l'iguane, et d'un aspect tellement herbivore que Cuvier, au premier coup d'œil, pensa que ce devaient être celles de quelque rhinocéros.

L'étude de ces dents nous fera connaître de remarquables dispositions qui les rendent propres à la fonction de brouter des substances végétales, telles que le clathraria et d'autres plantes analogues, que l'on rencontre ensevelies avec les restes de l'iguanodon. On connaît la disposition et la force des tenailles en fer qui servent à arracher les clous du bois où ils sont enfoncés. Il est d'autres pinces ou cisailles encore plus puissantes, destinées à couper des fils de métal, et qui les divisent avec autant de facilité qu'un fil est divisé par une paire de ciseaux. Dans les dents de l'iguanodon, la place qu'occupent les bords tranchants, leur mode de courbure, les points où elles deviennent plus larges ou plus étroites, sont à peu près les mêmes que dans ces puissantes tenailles en acier ; et l'on peut se convaincre que ces organes, soit pour arracher, soit pour trancher, offrent les mêmes avantages.

On y observe deux arrangements distincts dont le but est de maintenir toujours acérée leur arête tranchante, depuis la sortie des gencives jusqu'au moment où les dents étaient usées jusqu'à n'être plus qu'un tronçon. C'est d'abord leur arête aiguë et dentée qui descend des deux côtés, depuis la pointe jusqu'à la portion la plus élargie du corps de la dent. Puis, une compensation à la destruction graduelle de cette

l'île Isabelle des troupes d'iguanes qui paraissaient omnivores. Ils dévoraient avec avidité les œufs d'oiseaux, les intestins des volailles tuées et les insectes.

(549) M. Mantell a comparé avec soin les os de l'iguanodon à ceux de l'iguane dans huit points distincts de leurs squelettes respectifs, afin d'obtenir de cette comparaison le rapport de ces diverses parties, et il a été conduit aux nombres qui suivent pour les dimensions principales de ce reptile extraordinaire.

	Pieds.
Du bout du museau à l'extrémité de la queue,	70
La queue seule,	32 1/2
Circonférence du corps,	14 1/2

M. Mantell a calculé que le fémur de l'iguanodon était vingt fois aussi grand que celui de l'iguane ; mais, comme la longueur des animaux ne croit pas toujours en raison de leur grosseur, on n'est pas autorisé à en conclure que l'iguanodon ait atteint la taille de 100 pieds, quoique selon toute probabilité il ait été fort près de 70.

Avec un corps d'un volume aussi énorme, cet animal était impropre à monter aux arbres ; il n'avait pas l'occasion de se servir de sa queue pour grimper comme le fait l'iguane ; aussi les dimensions des vertèbres caudales, dans le sens de la longueur, sont-elles beaucoup moindres : d'où il résulte que la queue elle-même devait être proportionnellement beaucoup plus courte.

arête dentée, par l'application d'une lame mince d'émail à la face antérieure de la dent, laquelle conservait ainsi son fil acéré, tandis que le reste de sa substance se détruisait par suite de ses fonctions (550).

A mesure que la couronne s'usait ainsi de haut en bas, une absorption simultanée s'exerçait à la racine, causée par la pression d'une dent nouvelle qui naissait pour remplacer l'ancienne, jusqu'à ce que cette destruction, agissant d'une manière incessante aux deux extrémités, eût réduit la portion moyenne de l'ancienne à la condition d'un tronçon creux qui tombait de la mâchoire pour être bientôt remplacé. A ce dernier état, la forme de l'organe avait entièrement changé; sa couronne avait pris la forme aplatie de la couronne des incisives humaines; elle ne pouvait plus s'acquitter que d'une mastication imparfaite, et elle était devenue presque inutile comme instrument tranchant.

Il n'existe pas, je crois, un autre exemple de dents aussi merveilleusement constituées comme instruments mécaniques destinés à couper et à déchirer la substance végétale des plantes coriaces et résistantes; et nous trouvons dans ce mécanisme animal des plus curieux, une harmonie parfaite de toutes les diverses parties qui constituent la dent et de toutes les proportions de cet organe avec les fonctions spéciales qu'il est appelé à remplir, en même temps que des modifications que l'organe subit, en rapport avec les conditions diverses où il se trouve placé aux diverses périodes de sa destruction successive. Et à moins que de nous refuser à appliquer aux ouvrages de la nature les mesures qui nous servent dans l'appréciation des ouvrages de l'art humain, comment pourrions-nous voir ces instruments, où la beauté des dispositions mécaniques s'allie à une si grande simplicité de moyens, et où tout est préparé à l'avance pour toutes les phases successives de leur emploi, sans nous sentir pénétrés de cette conviction profonde que tous ces arrangements prennent leur origine dans les desseins d'une haute intelligence.

INCANDESCENCE ORIGINELLE DE LA TERRE. *Voy.* PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES.

INCRUSTATION. *Voy.* FOSSILISATION.

INFINIMENT PETITS. *Voy.* INFUSOIRES.

INFUSOIRES. — D'après Ehrenberg, les infusoires, que jusqu'à lui on avait regardés comme à peine organisés, possèdent une structure interne qui rappelle celle des animaux les plus élevés. Il leur a trouvé des muscles, des intestins, des dents, des glandes de diverses sortes, des yeux, des nerfs, des appareils de reproduction mâle et femelle. Il a vu qu'il y en a dont les petits naissent vivants, d'autres qui se reproduisent par des œufs, et quelques-uns par une division spontanée de leur corps en deux ou plusieurs animaux distincts. Ils ont une puissance de reproduction telle qu'un seul individu (*hydatina senta*) en a produit un million en dix jours, quatre millions en onze jours, et seize millions en douze jours. Le résultat le plus étonnant de ses observations, c'est que les plus petites taches colorées du corps du *monas termo* (lequel n'a en diamètre que $\frac{1}{2000}^{e}$ de ligne) n'ont qu'un 48,000 de ligne, et que l'épaisseur de la membrane stomacale doit être comprise entre $\frac{1}{48000000}^{e}$ et $\frac{1}{64000000}^{e}$ de ligne. Or, cette peau elle-même doit contenir des vaisseaux d'un diamètre encore moindre, et dont il devient impossible de calculer les dimensions (*Abhandlungen der Academie der Wissenschaften zu Berlin*, 1831). Ehrenberg a décrit et figuré plus de 500 espèces de ces animalcules : la plupart ne se rencontrent que dans certaines infusions végétales déterminées; quelques-unes seulement se montrent dans presque toutes les infusions. Un grand nombre de végétaux en produisent à la fois plusieurs espèces, dont quelques-unes se propagent avec plus de rapidité que les autres dans certaines de ces infusions. Tout le monde sait avec quelle promptitude apparaissent et se propagent les animalcules dans l'infusion de poivre, et ce cas suffit à donner une idée de tous les autres.

Ces observations des plus curieuses jettent d'importantes lumières sur la question des générations équivoques, question si obscure et depuis si longtemps en litige. Ce fait bien connu que des animalcules de caractères déterminés apparaissent dans les

(550) De même que dans les rongeurs, la durée indéfinie du tranchant des dents était une conséquence de l'existence d'une lame d'émail qui revêt seulement leur face antérieure. La substance plus molle de l'intérieur, l'ivoire, devant s'user plus rapidement que l'émail, et d'autant plus rapidement qu'elle était plus éloignée de cette dernière lame, la couronne se trouvait ainsi toujours taillée obliquement, et conservait à sa partie intérieure une arête tranchante comme cela a lieu dans des tenailles.

Les dents jeunes, au moment de leur sortie offraient la forme d'une lancette, avec un tranchant denté de chaque côté s'étendant depuis la pointe jusqu'à la portion la plus élargie, ainsi que cela a lieu dans les iguanes contemporains. La dentelure cessait là où la dent avait le plus grand diamètre, c'est-à-dire au point précis passé lequel, si elle se fût continuée, elle n'eût été d'aucun effet dans la fonction de couper. A mesure que ces arêtes en scie s'usaient plus complétement, elles étaient remplacées dans leur action tranchante par la lame antérieure d'émail, et la disposition qu'affectait cette lame lui donnait encore une force nouvelle, et rendait son action plus complète. La face antérieure des dents est, en effet, parcourue, dans le sens de sa longueur, par des replis et des sillons alternatifs; ces replis, qui formaient là comme des arcs-boutants, avaient pour but d'empêcher l'émail de s'écailler; et le bord tranchant légèrement ondulé, qui résultait de l'alternance de ces replis et de ces sillons, constituait une suite de petites gouges, ou de petits ciseaux cannelés. Il résultait de là que les dents, sous l'action des mâchoires, constituaient un instrument d'un effet bien plus complet pour trancher les végétaux que si leur émail eût formé une seule ligne droite continue. Par suite de ces divers arrangements, les dents demeuraient également propres à remplir leurs fonctions, dans toutes les phases qu'elles subissaient, depuis le moment où elles naissaient sous la forme d'une lancette aiguë, jusqu'à celui où leur usure était complète.

infusions animales et végétales préparées avec de l'eau distillée, en reçoit une explication probable ; et les infusoires ne paraissent pas différer beaucoup des autres animaux, quant aux principes qui président à leur propagation. Ce qu'ils offrent, sous ce point de vue, de plus remarquable, c'est qu'ils présentent, réunis dans une seule famille, les trois modes de reproduction vivipare, ovipare ou scissipare.

Ce qu'il est difficile d'expliquer, c'est comment les œufs ou le corps d'individus, déjà précédemment existants, peuvent trouver accès dans chaque infusion ; mais cette explication est déjà facilitée par les faits analogues que présentent plusieurs champignons que l'on voit naître, sans aucune cause apparente, partout où une matière animale ou végétale se trouve exposée à la décomposition sous certaines conditions de température d'humidité. Fries explique la production subite de ces végétaux par l'hypothèse que des sporules légers et presque invisibles, dont il a compté plus de 10,000,000 dans un seul individu, sont continuellement en suspension dans l'air, et vont se déposer sur tous les points. La plus grande partie de ces corpuscules demeure stérile, parce qu'elle ne rencontre pas de conditions convenables; ceux au contraire qui trouvent ces conditions, se développent avec rapidité, et donnent eux-mêmes naissance à d'autres sporules destinés à remplir les mêmes fonctions.

On peut expliquer de même la reproduction des infusoires. L'excessive petitesse des œufs et du corps de ces animalcules leur permet sans doute de flotter dans l'air de la même manière que les sporules invisibles des champignons, après que diverses causes, et peut-être l'évaporation elle-même, leur ont fait quitter la surface des liquides où ils se sont formés. Chaque goutte d'eau qui s'évapore d'un étang ou d'un fossé, pendant l'été, entraîne peut-être avec elle des millions de ces œufs ou de ces corps desséchés, pour les dissiper dans l'atmosphère, comme les atomes qui constituent la fumée. Puis ces corpuscules reprendront vie dès qu'ils seront tombés dans quelque milieu qui leur transmette l'excitation nécessaire. M. Ehrenberg en a trouvé dans le brouillard, dans l'eau de pluie et dans la neige.

Si le grand océan aérien qui entoure le globe est ainsi chargé de principes de vie flottant continuellement en compagnie des atomes que nous voyons scintiller dans un rayon de lumière, et prêts à se ranimer aussitôt qu'ils auront rencontré un milieu favorable à leur développement, cette condition de l'atmosphère constitue un ensemble de dispositions calculées pour la dissémination presque indéfinie de l'élément vital dans les liquides de la surface actuelle du globe ; et cet ensemble de dispositions se trouve en harmonie avec la population qui fourmillait dans les eaux de l'ancien globe, population qui nous est attestée par les myriades de débris microscopiques. (*Voy.* NUMMULITES.)

M. Lonsdale a découvert que la craie de Brighton, de Gravesend, et des environs de Cambridge, est remplie de coquilles microscopiques. On peut en détacher des milliers d'un seul petit bloc, en les grattant sous l'eau avec une brosse à ongles. Le même observateur a reconnu, parmi ces coquilles, des quantités immenses de valves de cypris marins (cythérines), et seize espèces de foraminifères.

INSECTES. — Bien qu'à l'époque actuelle le plus grand nombre des habitants de notre globe appartienne à la classe des insectes, cette importante division du règne animal n'a laissé dans les couches de la terre que peu de traces de son existence. Cette circonstance est due, selon toute probabilité, à ce que la plus grande partie des débris animaux fossilisés doivent leur origine à des êtres qui ont habité l'eau salée, où l'on ne croit pas qu'il se rencontre, dans la création dont nous faisons partie, plus d'une ou deux espèces d'insectes.

Mais, alors même qu'aucune rencontre n'aurait été faite de ces articulés à l'état fossile, la présence dans certaines couches de scorpions et d'araignées, familles organisées l'une et l'autre pour se repaître d'insectes, nous fournirait un puissant argument *a priori* en faveur de l'opinion qu'à la même époque existait déjà cette classe si nombreuse d'animaux, aux dépens desquels nous voyons que les arachnides se nourrissent. Cette probabilité a reçu une confirmation complète de la découverte de deux coléoptères appartenant à la famille des curculionides, dans le minerai de fer de Coalbrook-Dale, et d'une aile de corydale.

Cette rencontre, dans la même formation carbonifère, de débris fossiles qui nous attestent l'existence, à ces époques reculées, de la grande classe insectivore des arachnides, en même temps que des insectes qui ont dû former leur nourriture, est un fait plein tout à la fois d'intérêt et d'importance. En l'absence de cette remarquable découverte, nous eussions pu conclure de l'abondance des plantes terrestres l'abondance probable des insectes, et cette dernière probabilité entraînait celle de l'existence, à la même époque, d'arachnides créées pour circonscrire dans de justes limites l'accroissement excessif des premiers. Mais, ce qui n'eût été qu'une probabilité est devenu pour nous une certitude, et nous pouvons maintenant remplir une importante lacune dans l'histoire de la vie animale depuis l'époque où se déposèrent les couches carbonifères.

Les couches de la série carbonifères de Coalbrook-Dale, et d'autres bassins houilliers qui renferment des coquilles d'unio, se sont formés dans les eaux saumâtres ou dans les eaux douces, ce qui rend facile d'expliquer pourquoi l'on y rencontre des insectes et des arachnides. Ces articulés, en effet, ont pu y être entraînés des terres circonvoisines par les mêmes torrents qui y

ont transporté les végétaux terrestres auxquels nous devons les productions des lits de la houille.

Depuis longtemps déjà, dans le schiste volitique de Stonesfield, l'un des étages de la série secondaire, on a reconnu des élytres d'insectes. Ces débris appartiennent tous à des coléoptères; et plusieurs, d'après M. Curtis, sont fort voisins des buprestes, genre qui abonde maintenant dans les latitudes chaudes (551).

Le comte Munster possède dans sa collection vingt-cinq espèces d'insectes fossiles trouvés dans le calcaire jurassique de Solenhofen, dont cinq appartiennent à la famille actuelle des libellules. On y voit en outre une grande ranatre et quelques coléoptères.

On a récemment découvert de nombreux insectes fossiles dans le gypse tertiaire de la formation d'eau douce d'Aix en Provence. M. Marcel de Serres en mentionne soixante-deux genres appartenant surtout aux ordres des diptères, des hémiptères et des coléoptères, et M. Curtis a rapporte tous les échantillons provenant de cette localité, qu'il a eu occasion de voir, à des formes que l'on retrouve en Europe, et pour la plupart à des genres qui existent encore maintenant (552). On rencontre aussi des insectes dans la lignite d'Orsberg, sur le Rhin.

INTESTINS. *Voy.* COPROLITHES.

ISOTHERMES (ZONES), *existaient-elles à l'époque qui a précédé immédiatement l'homme.* — *Voy.* SUBAPENNIN.

J

JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN). — Nous demandons la permission d'exposer ici brièvement au lecteur l'interprétation du premier chapitre de la *Genèse*, à laquelle nous donnons la préférence, comme la plus simple et la plus naturelle, comme celle qui nous semble le plus en harmonie avec le texte sacré et les découvertes de la science (553). Nous ferons suivre cette courte exposition de quelques mots de réponse aux attaques peu réfléchies dont cette interprétation a été l'objet de la part de l'auteur de la *Cosmogonie de la révélation*. Nous opposerons au peu de consistance scientifique de M. Godefroy la grave autorité de Monseigneur le cardinal Wiseman qui rejette, comme n'étant *certainement pas satisfaisante*, l'opinion des *jours-périodes*, et adopte la théorie que nous avons soutenue avec MM. Buckland, Chalmers, Desdouits, Genoude, etc.

« Au milieu de cette fluctuation de rêves contradictoires et d'opinions incertaines, les livres sacrés offrent à l'esprit humain un port assuré; il ne s'agit que de ne pas choisir les interprétations qui choquent notre raison; car Dieu l'a donnée, comme il nous a donné les livres saints. S'il est un merveilleux sublime qui subjugue cette raison, il est un merveilleux absurde qui la révolte. » (M. DE MONTBRON.)

« Au commencement *de tous les temps*, Dieu, *qui de toute éternité avait résolu de faire de rien les choses qu'il a faites* (554), créa le ciel et la terre. »

(551) D'après M. Aug. Odier, les élytres et les autres parties de l'enveloppe cornée des insectes renferment une substance particulière, la *chitine* ou *élytrine*, qui se rapproche beaucoup du principe végétal connu sous le nom de *lignine*. Ces parties des insectes brûlent sans se boursouffler comme la corne, et aussi sans répandre l'odeur de matière animale, et en laissant après elle un charbon qui en conserve la forme.

M. Odier a observé que les poils du scarabée nasicorne conservent leur forme après qu'on les a brûlés, et il en conclut que ces poils diffèrent de ceux des animaux vertébrés. Cette circonstance explique comment les poils se sont conservés sur l'enveloppe cornée du scorpion de Bohême.

D'après le même auteur, les nervures des scarabées sont composées de chitine, et il en est de même des lames molles que l'on retire de l'enveloppe crustacée d'un crabe, après en avoir séparé la chaux.

Cuvier fait observer que les téguments des entomostracés sont plutôt cornés que calcaires, et que sous ce point de vue ces animaux se rapprochent beaucoup de la nature des insectes et des arachnides. (*Voyez* le *Journal Zoologique*, Londres, 1825; t. 1er, p. 101.)

(552) *Voyez* l'*Edimburgh new. Phil. Journal*, oct. 1829.

(553) « La *Genèse* étant la base de la religion, ceux qui la voulaient détruire ont toujours protesté contre ces archives du genre humain, au nom d'une physique erronée, de la physique de leur siècle; et pour comble de malheur, les défenseurs de la religion, toujours moins versés que les philosophes dans l'étude des sciences naturelles, et prenant pour article de foi les opinions de leur école, ont prétendu soutenir l'une par l'autre la *Genèse* et la physique des siècles précédents. C'est ainsi que saint Chrysostome, Lactance et plusieurs autres, appellent barbares, *ceux qui, parlant sans preuves, avancent que le ciel s'étend aussi par dessous terre. C'est de la même source*, dit encore Lactance, *que leur est venue l'idée des antipodes, imaginant que cette partie de la terre qui est opposée à la nôtre était peuplée et habitée comme celle-ci.*

« En des temps moins éloignés de nous les découvertes les plus importantes et les plus certaines ont été contestées de la même manière : zèle indiscret, qui, aux yeux de prétendus philosophes, a fini par rendre la religion également responsable des interprétations maladroites de la *Genèse* et de mille erreurs de l'esprit humain, que l'on donnait pour sacrées parce qu'elles étaient anciennes.

« Les notions les plus sûres en physique, et les traditions les plus authentiques, loin de contredire le récit de Moïse, se réunissent pour le confirmer. » (J.-Ch. DE MONTBRON, *Essai sur la littérature des Hébreux*, t. 1er, p. 6.

(554) Le P. de Carrières. Nous empruntons sa traduction avec son commentaire.

Ce verset est un énoncé sommaire de la création des éléments matériels de l'univers à une époque reculée, au delà de toute mesure, et qui a été suivie de périodes durant lesquelles se sont accomplies toutes les révolutions géologiques attestées par les découvertes de la science (555).

« La terre était informe et toute nue, les ténèbres couvraient la face de l'abîme d'*eau* où la terre était *comme absorbée;* et l'esprit de Dieu était porté sur les eaux, *les disposant à produire les créatures qu'il en voulait former.* »

Ce second verset décrit la fin de cette période indéfinie qui a suivi la création première. La terre existe; les eaux existent; elles sont distinctement mentionnées; mais notre planète est enveloppée de ténèbres et elle est dans cet état de trouble et de confusion qui annonce la ruine d'un monde antérieur. La science la plus positive constate aujourd'hui vingt-sept révolutions géologiques qui ont détruit la faune et la flore d'autant d'époques nettement caractérisées par des faunes et des flores toutes spéciales. La catastrophe décrite dans ce second verset serait celle qui a terminé l'étage subapennin, lequel a immédiatement précédé l'époque actuelle. (*Voy.* SUBAPENNIN.)

« Or, Dieu dit : Que la lumière soit, et la lumière fut. » Les vapeurs denses, produites par le trouble des éléments, avaient enveloppé la terre de ténèbres temporaires. Le premier acte de la sagesse et de la toute-puissance du Créateur est de ramener le calme et la lumière à la surface de la terre. Mais on conçoit sans peine que ces épaisses vapeurs commencent à se dissiper, que la lumière commence à renaître sans que les corps célestes qui produisaient cette lumière cessassent d'être obscurcis, la purification complète de l'atmosphère n'ayant eu lieu qu'au quatrième jour, époque à laquelle les astres qui dispensent la lumière, se trouvèrent dans de nouvelles relations avec la terre, nouvellement modifiée (556), et avec l'espèce humaine dont cette terre allait devenir le séjour.

« Dieu vit que la lumière était bonne *et conforme à ses desseins; ainsi il l'approuva;* et il sépara la lumière d'avec les ténèbres. *ordonnant qu'elles se succédassent.*

« Il donna à la lumière le nom de jour, et aux ténèbres le nom de nuit. Et du soir et du matin se fit le premier jour. »

Le grand phénomène de la succession du jour et de la nuit, est, comme toute chose, l'œuvre de Dieu, mais c'est celui qui manifeste de la manière la plus éclatante l'harmonie de l'univers, la puissance, l'intelligence et la sagesse infinie du suprême législateur des mondes.

Toutes ces sublimes dispositions sont rappelées à l'homme parce qu'il en est le but final et que leur notion constitue la première base de ses rapports avec son divin auteur.

Il en sera ainsi de toutes les œuvres suivantes. Moïse décrit sommairement l'admirable ordonnance de la création matérielle; mais qu'une partie des grandes lois qui la constituent ait déjà existé antérieurement et qu'il ne s'agisse ici que d'une restauration avec les modifications que la sagesse du Créateur apporte à son œuvre en introduisant l'homme au milieu de ce grand théâtre de sa puissance, c'est là un point qu'aucun mot dans le texte ne défend d'admettre et que tout dans la science tend à démontrer de la manière la plus positive.

Conformément à la précision du texte et à toutes les exigences de la science qui repousse toute autre interprétation, nous prenons le mot *jour* dans son acception naturelle, et nous rejetons l'insoutenable hypothèse des *jours-périodes.* — *Voy.* ce mot (557).

Continuons notre interprétation du récit

(555) « L'ancienneté de notre globe peut être antérieure au récit de Moïse. Selon l'opinion de M. de La Prise, toutes les révolutions géologiques peuvent être arrivées entre la création et le premier jour. En vain objecterait-on qu'il est au moins singulier de supposer un intervalle de plusieurs milliers de siècles entre deux phrases qui se suivent. Une foule d'exemples autorisent cette interprétation. Dans la même phrase d'un récit, d'ailleurs très-circonstancié, le serviteur d'Abraham, Eliézer, conduisant ses chameaux, part des environs d'Arbé dans la Palestine, et arrive au fond de la Mésopotamie; il en est de même de son retour et de voyages encore plus longs que le sien.

« Si l'on suppose que toutes les révolutions du globe aient précédé le récit de Moïse, on ne doit plus être arrêté par cette expression, « Dieu créa (*a*) les cieux et la terre. » Une moitié des Juifs ne croyait pas que Dieu eût fait le monde avec rien et créé la matière; mais il pouvait l'avoir créée antérieurement. Or, si elle préexistait, elle avait dû subir des modifications. Parmi les lois imposées à la nature par le Créateur, une des mieux connues est que la matière ne peut exister sans changer de formes. La *Genèse* elle-même semble autoriser ou plutôt établir cette acception du mot *créer* : elle dit plusieurs fois que Dieu *créa* l'homme et la femme, et cependant elle dit positivement que Dieu fit l'homme avec la terre rouge (*b*) dont il a tiré son nom et que la femme ne fut qu'une côte de l'homme, façonnée par les mains de la Divinité. On peut donc très-bien supposer qu'il s'agit d'une nouvelle disposition des éléments d'un monde détruit par une des révolutions dont nous avons parlé. » (MONTBRON, *op. cit.*, p. 10.)

(556) Jusqu'à ce moment, jusqu'à l'avénement de l'homme, les lignes isothermes n'avaient pas existé, et les faunes et les flores étaient les mêmes aux pôles qu'elles sont aujourd'hui sous les tropiques. On sait que dans l'époque actuelle les faunes et les flores sont toutes locales.

(557) *Voy.* la *Note additionnelle* à la fin du volume.

(*a*) Selon Eichkorn, *bara* (d'où vient *bar*, fils) signifie, 1° engendrer, 2° créer, produire, 3° fonder une nation. Il est employé dans le psaume civ pour *créer de nouveau, recréer;* et cette acception incontestable est très-importante ici. Elle prouverait sans réplique que l'on peut entendre, par les premiers mots de Moïse, une nouvelle disposition d'éléments préexistants et créés à une époque bien antérieure. La signification primitive de *bara* s'accorde avec l'arabe et veut dire : il a coupé, coupé avec la hache. Cependant, Michaelis le fait venir de deux verbes, l'un arabe et l'autre syriaque, signifiant tous deux *il a créé.*

(*b*) *Adamah*, d'où vient *Adam.*

génésiaque. Nous sommes à l'œuvre du second jour.

« Dieu dit aussi : Que le firmament soit fait au milieu des eaux et qu'il sépare les eaux *de la terre* d'avec les eaux *du ciel.* »

Pour nous comme pour tous les commentateurs qui ne sont point de ceux-là qui,

Toujours loin du droit sens vont chercher leurs [pensées.
(Boileau.)

le *firmament* c'est l'atmosphère (558).

« Et Dieu fit le firmament; et il sépara les eaux qui étaient sous le firmament, de celles qui étaient au-dessus du firmament. Et cela se fit ainsi. »

Ce verset est parfaitement clair; il n'en a pas moins été l'objet des plus bizarres interprétations. Nous renvoyons au commentaire de Cornelius à Lapide (*Cursus compl.*, t. V, col. 143, 144, 145) et à l'article Godefroy de ce *Dictionnaire.*

« Et Dieu donna au firmament le nom de ciel. »

C'est ainsi que nous disons encore tous les jours que *le ciel est chargé de nuages*, que *les oiseaux volent dans le ciel*, etc. Moïse parle au moins quatre fois des *oiseaux du ciel.* (*Gen.* I, 26, 28; II, 19, 20.) Ainsi, dans ce verset, évidemment le *firmament* ou *ciel* c'est l'atmosphère.

« Et du soir et du matin se fit le second jour.

« Dieu dit encore : Que les eaux qui sont *restées* sous le ciel, *et qui couvrent la face de la terre*, se rassemblent en un seul lieu, et que *l'élément* aride paraisse. Et cela se fit ainsi. »

A l'exception de M. Godefroy (*Voy.* ce mot), nous ne connaissons aucun interprète qui n'ait donné à ce verset le sens qu'il présente naturellement.

« Dieu donna à *l'élément* aride le nom de terre; et il appela mers toutes ces eaux rassemblées. Et il vit que cela était bon *et conforme à ses desseins.* »

Ce verset s'explique lui-même.

« Dieu dit encore : Que la terre produise de l'herbe verte qui porte de la graine, et des arbres fruitiers qui portent du fruit, chacun selon son espèce, et qui renferment leur semence en eux-mêmes *pour se reproduire* sur la terre. Et cela se fit ainsi.

« La terre produisit donc de l'herbe verte qui portait de la graine selon son espèce, et des arbres fruitiers qui renfermaient leur semence en eux-mêmes, chacun selon son espèce. Et Dieu vit que cela était bon *et conforme à ses desseins.*

« Et du soir et du matin se fit le troisième jour. »

La création des végétaux le troisième jour et avant la création du soleil, a beaucoup embarrassé les cosmogonistes à hypothèses qui ont voulu voir des *jours-périodes* dans les jours de la *Genèse.* M. Marcel de Serres imagine de les faire traverser toute cette troisième époque à l'état de germes, et de ne les faire croître et se développer qu'à la quatrième époque, après la création du soleil. M Godefroy a recours à un moyen non moins extraordinaire et très-compliqué que nous avons fait connaître à l'article Godefroy.

« Et Dieu dit aussi : Que des corps de lumière soient faits dans le firmament du ciel, afin que, *par l'inégalité de leur éclat*, ils séparent le jour et la nuit, et que, *par leurs mouvements réglés*, ils servent de signes pour marquer les temps et les saisons, les jours et les années.

« Qu'ils luisent dans le firmament du ciel et qu'ils éclairent la terre. Et cela fut fait ainsi.

« Dieu fit donc deux grands corps lumineux; l'un plus grand pour présider au jour, et l'autre moindre pour présider à la nuit. Il fit aussi les étoiles.

« Et il les mit dans le firmament du ciel, *où il les créa*, pour luire sur la terre.

« *Or, Dieu fit ces corps de lumière* pour présider au jour et à la nuit, et pour séparer la lumière d'avec les ténèbres. Et Dieu vit que cela était bon *et conforme à ses desseins.*

« Et du soir et du matin se fit le quatrième jour. »

L'œuvre du quatrième jour consiste dans une adaptation nouvelle des corps célestes à des fonctions d'une grande importance pour notre planète et spécialement pour l'espèce humaine qui allait y prendre place. Mais il n'est point dit que la substance même des astres ait été appelée à exister pour la première fois le quatrième jour, leur création ayant été annoncée d'avance dès le premier verset. La mention si brève accordée aux myriades de mondes qui remplissent l'immensité de l'univers, nous montre clairement que Moïse n'accorde d'autre intérêt aux phénomènes naturels que celui qui résulte de leurs rapports avec l'homme. Aussi ne devons nous pas plus nous étonner de le voir passer sous silence les phénomènes de la géologie, que nous ne le sommes de le voir omettre, dans le récit du quatrième jour, la description des phénomènes astronomiques.

L'établissement, au commencement de l'époque actuelle, des lignes isothermes inconnues jusque-là sur notre planète, aussi bien pour l'étage qui a précédé immédiatement l'homme que pour tous les étages antérieurs, est un fait singulièrement remarquable, et il confirme le sentiment que nous venons d'exprimer d'une disposition nouvelle des corps célestes qui avaient jusque-là éclairé et fécondé la terre.

Nous n'avons aucune observation à faire sur les œuvres du cinquième et du sixième jour. Les versets qui les décrivent sont parfaitement clairs. Ils ne présentent de difficultés que dans les hypothèses cosmogoni-

(558) *Voyez* à l'article Godefroy l'étrange interprétation de ce cosmogoniste.

ques, et particulièrement dans celle des *jours-périodes*. — *Voyez* ce mot.

La grande erreur des interprètes, tant anciens que modernes, a été de vouloir faire de Moïse un cosmogoniste et un géologue. Tant qu'on persistera dans cette voie, on ne rencontrera qu'insolubles difficultés et inextricables embarras, et du côté de la *Genèse* et du côté de la science. On imaginera de laborieux systèmes qui expliqueront tout et n'expliqueront rien, constamment en contradiction, ou avec le texte ou avec la science, souvent avec l'un et l'autre, toujours opposés et divisés entre eux, réalisant le chaos dont ils prétendent tirer le monde. Le lecteur pourra s'en convaincre en lisant les nombreux articles de cosmogonie répandus dans ce *Dictionnaire*.

L'interprétation que nous venons de donner au premier chapitre de la *Genèse* ne pouvait pas convenir aux auteurs de gros livres de cosmogonie. Elle ne laisse aucune prise aux systèmes, et l'imagination n'y trouve pas matière à enfanter d'ambitieuses hypothèses. Elle paraît surtout avoir contrarié les conceptions gigantesques de M. Godefroy ; son grand défaut, à ses yeux, c'est d'être simple. Il est vrai qu'il n'aperçoit là, ni la *matière diffuse primitive* qui remplit l'étendue sans bornes et que Moïse, selon lui, appelle *terra, cœlum, aqua, abyssus*, etc. ; ni le *calorique* qui s'en va former une couche lumineuse au pourtour de cette masse incommensurable de gaz (*fiat lux*); ni *l'attraction* qui divise en innombrables masses secondaires la grande masse primitive (*fiat firmamentum in medio aquarum et dividat aquas ab aquis*) ; ni le *mouvement rotatoire* qui fait jaillir de toutes ces masses secondaires d'autres masses qui s'en vont se métamorphoser en planètes, lesquelles enfantent à leur tour, par le même procédé, des satellites, qui n'enfantent rien du tout ; ni encore cette invention, tout à fait neuve, qui, pour le développement de la végétation au troisième jour, place notre planète entre le globe solide ou liquide, on ne sait, du soleil, et sa photosphère jusqu'au quatrième jour, époque à laquelle cet état de choses change par des raisons tout aussi plausibles, que celles qui l'avaient fait admettre, les étonnantes exigences de ce prodigieux système.

On aura une idée de la compétence de cet auteur pour exercer sa critique, par le passage suivant, qu'il place au début de ses attaques :

« Beaucoup d'écrivains, dit-il (p. 266), ne voient que des indices de révolutions dans les phénomènes géologiques, mais ces révolutions tiennent plus du roman que de l'histoire : jamais la chaîne des êtres n'a été rompue par une de ces révolutions générales qui auraient nécessité des créations nouvelles. »

La proposition contradictoire est le fait le plus positif et le mieux démontré de la géologie et de la paléontologie.

« Nous livrons ces faits, ajoute-t-il, aux méditations des auteurs de l'hypothèse qui rejette les créations des végétaux et des animaux des temps géologiques, avec la formation du ciel et de la terre, au delà du point de départ de la narration mosaïque, au delà du premier jour de la *Genèse*. » (P. 267.)

Les auteurs de l'hypothèse en question n'auront pas besoin de se livrer à de longues *méditations* pour découvrir que M. Godefroy ignore jusqu'aux premiers éléments des sciences sur lesquelles il veut bâtir des théories. « Ce fait reste définitivement acquis à la science, que les faunes terrestres et marines ont été anéanties à chaque époque géologique ; que, dès lors, chaque changement chronologique de faune dans les étages dénote une perturbation géologique universelle ; et que ces faunes successives, composées d'espèces, sont les caractères les plus constants qu'on puisse invoquer pour distinguer les divers âges géologiques des couches stratifiées depuis le commencement de l'animalisation sur le globe terrestre (559). »

« Une première création, dit encore M. d'Orbigny, s'est montrée avec l'étage silurien (le premier des terrains fossilifères). Après l'anéantissement de celle-ci, par une cause géologique quelconque, après un laps de temps considérable, une seconde création a eu lieu dans l'étage dévonien, et successivement vingt-sept fois des créations distinctes sont venues repeupler toute la terre de ses plantes et de ses animaux, à la suite de chaque perturbation géologique qui avait tout détruit dans la nature vivante. Tel est le fait, LE FAIT CERTAIN, mais incompréhensible, que nous nous bornons à constater, sans chercher à percer le mystère surhumain qui l'environne (560). »

Nous comprenons que ces *faits-là* ruinent par la base une hypothèse comme celle de M. Godefroy. Il faudrait avoir, pour s'en relever, autre chose à leur opposer que des assertions gratuites ou des dénégations qui font trop voir qu'on n'est point au courant des matières dont on parle, ou que, si on saisit les faits dans toute leur portée, on n'a pas assez de courage pour en convenir

En présence de ces résultats de la science la plus positive, qui viennent ainsi renverser les romans cosmogoniques, et donner pleinement raison à l'interprétation génésiaque qui met la narration sacrée en dehors de toute discussion géologique, M. Godefroy ne trouve rien de mieux à faire pour refuter MM. Desdouits, Buckland, etc., que de citer les passages de leurs livres où ils établissent « que l'histoire de la création n'est que l'histoire de la réorganisation d'un monde primitif, qu'il ne s'agit dans l'œuvre

(559) *Cours élém. de Paléontologie*, t. II, p. 253, par M. Alc. D'ORBIGNY.

(560) *Cours elém. de Paléont.*, t. II, p. 251. Le célèbre paléontologiste, M. Pictet, défend la même thèse. C'est celle de tous les savants de notre époque qui sont compétents en cette matière.

des six jours que d'une transformation d'un ancien monde naufragé, etc. » Il ne pardonne pas à M. Desdouits d'avoir considéré comme *neuve cette idée* qui est confirmée par toutes les découvertes de la science. Dans son zèle contre les *nouveaux docteurs*, comme il les appelle, il s'écrie emphatiquement : « C'est ainsi que sont frappés d'impuissance tous ceux qui, au mépris de cet oracle de nos livres saints, tentent de contredire la parole de vérité : *Non contradicas verbo veritatis ullo modo et de mendacio inerunditionis tuæ confundere.* (*Eccli.* IV, 30[561].)

« L'oracle est accompli en tous points : la sentence portée contre les novateurs a reçu son entière exécution; car cette réorganisation d'un ancien monde naufragé, ou cette substitution d'un monde nouveau à un monde usé ou ruiné, est en même temps en contradiction flagrante avec les faits géologiques mieux appréciés et mieux connus. » (P. 272.)

Nous venons de voir que c'est justement le contraire qui est vrai ; mais M. Godefroy n'en peut pas convenir; ce serait la ruine de son système. On ne fait pas un gros livre plein de choses tout à fait extraordinaires en matière d'exégèse et de science cosmogonique, pour voir le fruit de tant de labeurs s'évanouir tout à coup devant les faits. Ces faits, on ne les détruira pas, on sent bien que cela est impossible, on les niera audacieusement ; c'est plus commode, et il y aura toujours quelque lecteur qui se contentera d'une dénégation.

« L'*idée neuve* d'une création détruite, continue M Godefroy, puis recommencée sur un plan tout nouveau ne peut se soutenir en présence de ces attestations réitérées de la science, qu'un grand nombre d'espèces végétales et animales, se montrant à tous les étages de la série des terrains, se sont perpétuées jusqu'à nos jours. » (P. 273.) C'est encore ici précisément le contraire qui est la vérité.

Au lieu de prolonger une discussion où l'on n'allègue contre nous que des arguments de la force de ceux que nous venons de signaler, nous allons faire entendre la voix imposante d'un homme aussi célèbre par sa science profonde qu'éminent par le rang qu'il occupe dans la hiérarchie ecclésiastique, nous voulons parler de Mgr le cardinal Wiseman.

« On a prétendu, dit M. Godefroy, que l'auteur des *Discours sur les rapports entre la science et la religion révélée* s'était prononcé contre les périodes indéterminées et en faveur de la nouvelle hypothèse. » (P. 274, note première.)

Voilà bien en effet ce que nous avons *prétendu* dans notre *Nouveau Traité des sciences géologiques* (p. 262, note deuxième). Nous allons le prouver en citant les paroles mêmes de Mgr Wiseman.

L'illustre cardinal va se trouver ainsi au nombre des *novateurs*, des *nouveaux docteurs, frappés d'impuissance, qui ont contredit la parole de vérité*, car, lui aussi, comme on va le voir, admet antérieurement à l'époque où Moïse commence son récit une série d'anéantissements et de renouvellements des faunes et des flores qui auraient précédé le premier jour génésiaque.

Parlant de l'hypothèse des savants qui, comme MM. Godefroy et Marcel de Serres, prétendent que la disposition des fossiles dans les couches correspond exactement à l'ordre dans lequel leurs classes respectives ont été produites selon l'Ecriture, Mgr Wiseman s'exprime ainsi :

« Cette hypothèse, cette tentative pour mettre d'accord l'historien juif avec la philosophie moderne peut paraître à plusieurs manquer de la précision nécessaire pour établir un parallélisme aussi circonstancié.» (*Disc.* III, première partie, col. 171, édition Migne.)

Si, il y a vingt ans, l'hypothèse en question paraissait déjà au docte président du collége anglais de Rome *manquer de précision*, que dirait-il aujourd'hui où tant de faits sont venus confirmer les aperçus de son génie. Mais, dès lors il avait compris toute l'inanité de ce système. Voici comment il le juge dans un autre passage :

« Quelques écrivains ont tenté de lire les jours de la création dans les apparences actuelles de l'univers, et de tracer une histoire de chaque production successive, depuis celle de la lumière jusqu'à celle de l'homme, d'après les monuments que nous offre la face du globe. Tout cela, bien que louable dans son objet, N'EST CERTAINEMENT PAS SATISFAISANT DANS SES RÉSULTATS. » (*Ibid.*, col. 158.)

Il nous semble que rien ne saurait être plus formel, plus explicite contre les périodes indéterminées. Les dénégations de M. Godefroy n'y peuvent rien, et toute la tactique à laquelle il a recours dans la note de la page 274 est impuissante contre le langage si précis du savant auteur. Nous étions donc bien fondé à *prétendre* que Mgr Wiseman s'était prononcé contre l'hypothèse des *jours-périodes*. Cette première partie de nos *prétentions* est suffisamment prouvée ; démontrons la seconde, c'est-à-dire, faisons voir que l'éminent prélat s'est prononcé en faveur de l'hypothèse que M. Godefroy appelle *nouvelle*, que MM. Buckland, Chalmers, Desdouits, etc., ont présentée, et que nous avons nous-même adoptée dans ce *Dictionnaire* et dans notre *Nouveau Traité des sciences géologiques*.

Nous prions le lecteur de lire avec attention le passage remarquable que nous allons extraire du troisième *Discours sur les rapports entre la science et la religion révélée* prononcé à Rome en 1835; il y verra que la thèse que nous soutenons n'est pas si *nou-*

(561) Il est curieux de voir le plus audacieux des contradicteurs *de la parole de vérité*, invoquer contre ceux qui ne pensent pas comme lui l'autorité d'un passage de l'Ecriture qu'on peut à si bon droit rétorquer contre lui.

velle, et qu'elle a été celle des premiers Pères de l'Eglise. Il y verra aussi quelle était l'hypothèse que l'on préférait à Rome, dans le haut enseignement, dès 1835 et quelles étaient déjà les remarquables tendances d'une exégèse basée sur des découvertes qui, depuis, ont pris tant d'extension et n'ont plus laissé le choix sur les théories conciliatrices entre la science et la *Genèse*.

« En premier lieu, le géologue moderne doit reconnaître et reconnaît volontiers l'exactitude de cette assertion : qu'après que toutes choses eurent été faites, la terre doit avoir été dans un état de confusion et de chaos ; en d'autres termes, que les éléments, dont la combinaison devait plus tard former l'arrangement actuel du globe, doivent avoir été totalement bouleversés et probablement dans un état de lutte et de conflit. Quelle a été la durée de cette anarchie ? quels traits particuliers offrait-elle ? Etait-ce un désordre continu et sans modifications, ou bien ce désordre était-il interrompu par des intervalles de paix et de repos, d'existence végétale et animale ? L'Ecriture l'a caché à notre connaissance ; mais en même temps elle n'a rien dit pour décourager l'investigation qui pourrait nous conduire à quelque hypothèse spéciale sur ces questions. Et même il semblerait que cette période indéfinie a été mentionnée à dessein, pour laisser carrière à la méditation et à l'imagination de l'homme. Les paroles du texte n'expriment pas simplement une pause momentanée entre le premier *fiat* de la création et la production de la lumière ; car la forme grammaticale du verbe, le participe, par lequel l'esprit de Dieu, l'énergie créatrice, est représenté couvant l'abîme, et lui communiquant la vertu productrice, exprime naturellement une action continue, nullement une action passagère. L'ordre même observé dans la création des six jours, qui se rapporte à la disposition présente des choses, semble indiquer que la puissance divine aimait à se manifester par des développements graduels, s'élevant, pour ainsi dire, par une échelle mesurée de l'inanimé à l'organisé, de l'insensible à l'instinctif, et de l'irrationnel à l'homme. Et quelle répugnance y a-t-il à supposer que, depuis la première création de l'embryon grossier de ce monde si beau, jusqu'au moment où il fut revêtu de tous ses ornements et proportionné aux besoins et aux habitudes de l'homme, la Providence ait aussi voulu conserver une marche et une gradation semblables, de manière à ce que la vie avançât progressivement vers la perfection, et dans sa puissance intérieure, et dans ses instruments extérieurs ? Si les apparences découvertes par la géologie venaient à manifester l'existence de quelque plan semblable, qui oserait dire qu'il ne s'accorde pas, par la plus étroite analogie, avec les voies de Dieu dans l'ordre physique et moral de ce monde ? Ou qui osera affirmer que ce plan contredit la parole sacrée, lorsqu'elle nous laisse dans une complète obscurité sur cette période indéfinie dans laquelle l'œuvre du développement graduel est placée ? J'ai dit que l'Ecriture nous laisse sur ce point dans l'obscurité, à moins toutefois que nous ne supposions avec un personnage qui occupe maintenant une haute position dans l'Eglise, qu'il est fait allusion à ces révolutions primitives, à ces destructions et à ces reproductions, dans le premier chapitre de l'*Ecclésiaste* (562), ou qu'avec d'autres, nous ne prenions dans leur sens le plus littéral les passages où il est dit que des *mondes* ont été créés (563).

« Il est vraiment singulier que toutes les anciennes cosmogonies conspirent à nous suggérer la même idée, et conservent la tradition d'une série primitive de révolutions successives par lesquelles le monde fut détruit et renouvelé. Les institutes de Menou, l'ouvrage indien qui s'accorde le plus étroitement avec le récit de l'Ecriture touchant la création, nous disent : *Il y a des créations et des destructions de mondes innombrables ; l'Etre suprême fait tout cela avec autant de facilité que si c'était un jeu ; il crée et il crée encore indéfiniment pour répandre le bonheur* (564). Les Birmans ont des traditions semblables ; et l'on peut voir dans l'intéressant ouvrage de Sangermano, traduit par mon ami le docteur Tandy, une esquisse de leurs diverses destructions du monde par le feu et l'eau (565). Les Egyptiens aussi avaient consacré une pareille opinion par leur grand cycle ou période sothique.

« Mais il est beaucoup plus important, je pense, et plus intéressant d'observer que les premiers Pères de l'Eglise chrétienne paraissent avoir eu des vues exactement semblables ; car saint Grégoire de Nazianze, après saint Justin, martyr, suppose une période indéfinie entre la création et le premier arrangement régulier de toutes choses (566). Saint Basile, saint Césaire et Origène sont encore plus explicites ; car ils expliquent la création de la lumière antérieure à celle du soleil, en supposant que ce luminaire avait déjà existé auparavant, mais que ses rayons ne pouvaient pénétrer jusqu'à la terre, à cause de la densité de l'atmosphère pendant le chaos, et que cette atmosphère fût assez raréfiée le premier jour pour laisser passer des rayons du soleil sans qu'on pût néanmoins distinguer encore son disque,

(562) *Ricerche sulla geologia ;* Roverето, 1824, 65.

(563) *Hebr.* I, 2. — De même, un des titres de Dieu dans le Koran est : *le Seigneur des mondes* (sura 1).

(564) *Institutes of hindu law.* ; Lond. 1825, ch. I, n. 80, p. 13, comp., n. 57, 74, etc.

(565) *A description of the Burmese empire*, imprimé pour la fondation des traductions orientales, à Rome, 1833, p. 29.

(566) Orat. 2, t. Ier, p. 51, édit. Bénéd.

qui ne fut complétement dévoilé que le troisième jour (567).

. . . . . ,

Je tiens à faire voir que sans toucher à la foi, l'espace ne manque pas pour tout ce que la géologie moderne pense avoir le droit de demander. Je tiens à montrer (et les grandes autorités que je viens de citer me rassurent parfaitement sur ce point) que tout ce qui a été réclamé, demandé par cette science, a été accordé autrefois par ces hommes qui furent l'ornement et la lumière du christianisme primitif, et qui, assurément, n'auraient pas sacrifié une lettre de l'Ecriture.

« Mais vous me demanderez : Qu'est-ce qui rend nécessaire ou utile de supposer ainsi quelque période intermédiaire entre l'acte de la création et l'arrangement des choses créées telles qu'elles existent maintenant? D'après mon plan, je dois vous expliquer ce point, et je vais essayer de le faire avec toute la brièveté et la simplicité possibles. Depuis peu d'années, un élément nouveau et fort important a été introduit dans l'observation géologique, je veux dire la découverte et la comparaison des débris fossiles. Tous mes auditeurs savent déjà sans doute que dans plusieurs parties du monde on a trouvé des ossements énormes que l'on avait coutume d'attribuer à l'éléphant, ou mammouth, comme on disait d'après un mot sibérien qui désigne un animal souterrain fabuleux. Outre ces restes et d'autres semblables, de vastes accumulations de coquillages et des empreintes de poissons dans la pierre, comme à Monte-Bolca, ont été découvertes dans tous les temps et dans tous les pays. On était dans l'usage de rapporter tout cela au déluge et d'y voir une preuve que les eaux avaient couvert le globe entier et détruit toute vie terrestre, en même temps qu'elles avaient déposé les productions marines sur les continents. Mais peut-être me croirez-vous à peine, si je vous dis que pendant plusieurs années la plus vive controverse fut agitée dans ce pays-ci (en Italie) sur la question de savoir si ces coquillages étaient des coquillages réels et avaient autrefois renfermé un animal ; ou bien si ce n'étaient que des productions naturelles, formées par ce qu'on appelait une puissance plastique de la nature, imitant les formes réelles. Agricola, suivi par le judicieux Andréa Mattioli, affirma qu'une certaine matière grasse, mise en fermentation par la chaleur, produisait ces formes fossiles (568). Mercati, en 1574, soutint obstinément que les coquillages fossiles recueillis au Vatican par Sixte-Quint, étaient tout simplement des pierres qui avaient reçu leur configuration de l'influence des corps célestes (569) ; et le célèbre médecin Fallope assurait *que ces coquillages étaient formés partout où on les trouvait, par le mouvement tumultueux des exhalaisons terrestres.* Et même ce savant auteur était si opposé à toute idée de dépôts, qu'il soutenait hardiment que les fragments de poterie qui forment le singulier monticule connu de vous tous sous le nom de monte Testaceo, étaient des productions naturelles, jeux de la nature contrefaisant les ouvrages de l'homme (570). Tels étaient les embarras auxquels ces hommes zélés et habiles se trouvaient réduits pour expliquer les phénomènes qu'ils avaient observés.

« A mesure que l'on observa avec plus de soin et d'attention l'ordre et les couches dans lesquelles on trouvait ces restes d'animaux, on s'aperçut qu'il existait un certain rapport entre ces deux choses. On remarqua encore que plusieurs de ces restes étaient ensevelis dans des situations où l'action du déluge, si violente et si étendue qu'on la suppose, ne saurait avoir pénétré. Car nous devons supposer que cette action s'est exercée à la surface de la terre et a laissé sur son passage des signes de perturbation et de destruction, tandis que ces restes d'animaux ont été trouvés au-dessous des stratifications qui forment l'écorce extérieure de la terre ; et ces couches reposent sur eux avec tous les symptômes d'un dépôt graduel et tranquille. Ensuite, si nous rapprochons ces deux observations l'une de l'autre, en supposant que le tout ait été déposé par le déluge, nous devrons nous attendre à trouver ces débris fossiles dans une confusion complète, tandis qu'au contraire nous découvrons que la couche la plus basse, par exemple, présente une classe particulière de fossiles ; puis les couches qui sont superposées contiennent également des classes tout à fait uniformes de fossiles, quoique dans plusieurs cas ces fossiles diffèrent de ceux des dépôts inférieurs, et ainsi jusqu'à sa surface. Cette symétrie de déposition pour chaque couche, tandis qu'elle diffère des précédentes, suppose une succession d'actions exercées sur des matériaux divers, et point du tout une catastrophe convulsive et violente. Mais cette conclusion paraît mise hors de doute par une découverte encore plus inattendue. Tandis que dans les terrains meubles et partout où le déluge est supposé avoir laissé des traces, nous trouvons les ossements d'animaux appartenant à des genres qui existent actuellement ; parmi les fossiles ensevelis à de plus grandes profondeurs rien de semblable ne se découvre.

(567) S. Basil., *Hexamer.*, hom. 2; Paris, 1618, p. 23; S. Cæsarius, Dial., I, *Biblioth. Patr.* Gallandi; Ven., 1770, t. VI, p. 37 ; Origen., *Periarch.*, lib. IV, c. 16, t. Ier; p. 174, édit. Bénéd.

(568) « Agricola sognava in Germania che alla formazione di questi corpi fosse concorsa non so qual materia pingue, messa in fermento dal calore. Andrea Mattioli addotto in Italia i medesimi pregiudizj. » (Brocchi, *Conchiologia fossile subapennina*, t. Ier ; Milan, 1814, p. v.)

(569) « Egli niega che le conchiglie lapide fatte sieno vere conchiglie, e dopo un lunghissimo discorso sulla materia e sulla forma sostanziale conchiude che sono pietre in cotal guisa configurate dall' influenza dei corpi celesti. » (*Ibid.*, p. VIII.)

(570) Concepîsce più facilmente che le chiocciole impietrite siano state generate sul luogo dalla fermentazione, o pure che abbiano acquistata quella forma mediante il movimento verticoso delle esalazioni terrestri. » (P. VI.)

Au contraire, leurs squelettes nous représentent des monstres qui, considérés dans leurs dimensions et dans leurs formes, n'ont pas même d'analogue parmi les espèces actuellement existantes, et paraissent avoir été incompatibles avec la coexistence de la race humaine.

« Cette dernière considération mérite quelques explications, parce qu'elle préparera ceux qui n'ont pas étudié cette science à comprendre ces découvertes récentes. Des personnes s'étonneront peut-être qu'à l'inspection de quelques os brisés, on puisse former un jugement sur les animaux auxquels ils appartenaient. Il y a quelques années ce problème n'aurait-il pas paru absurde; reconstruire un animal d'après un de ses os! Et cependant, nous pouvons le dire avec vérité, il a été résolu de la manière la plus complète. Il n'est peut-être pas nécessaire d'observer que l'individualité de chaque espèce d'animaux est si parfaite, que chaque os, presque chaque dent, est suffisamment caractéristique pour déterminer ses formes. L'étude approfondie de ces variétés et les résultats analogues auxquels elle conduit toujours, furent la base sur laquelle Cuvier posa le merveilleux édifice de cette nouvelle science. Les habitudes ou les caractères des animaux, comme j'ai déjà eu occasion de le remarquer, impriment leurs particularités sur chaque portion de leurs formes. L'animal carnivore n'est pas tel seulement dans ses griffes ou dans ses serres; chaque muscle doit être proportionné à la force et à l'agilité qu'exige sa manière de vivre, et chaque muscle creuse une cavité correspondante dans l'os qu'il embrasse ou sous lequel il passe. Rien n'est plus curieux que les analogies convaincantes quoique inattendues, par lesquelles Cuvier confirme sa théorie; car il montre un rapport constant et toujours proportionné entre des parties qui ne semblent avoir aucune connexité, telles que les pieds et les dents.

« Cependant lorsqu'il commença à appliquer ses principes d'anatomie comparée aux débris d'ossements extraits des carrières de Montmartre, il découvrit bientôt qu'on ne pouvait les rapporter à aucune espèce actuellement existante sur le globe. Mais les principes scientifiques qui le guidaient étaient si certains, qu'il répartit facilement ces ossements entre différents animaux suivant leurs dimensions et leurs structures diverses; et il prononça qu'ils représentaient des animaux de la classe des *pachydermes*, ou à peau épaisse, et très-étroitement alliés au tapir. Il distingua deux genres, découvrit même plusieurs subdivisions, et leur donna des noms appropriés. Il donna aux deux genres les noms de *palæotherium* ou ancien animal, et *anoplotherium* ou désarmé, parce que l'un était distingué de l'autre par le manque de défenses. Ces résultats ne doivent pas néanmoins être considérés comme de pures conjectures : car, lorsqu'on a eu le bonheur, après qu'il eut construit à l'aide de semblables analogies le squelette d'un animal, de découvrir un squelette entier ou une partie que l'on ne possédait pas encore, on a trouvé qu'il avait eu constamment raison dans ses suppositions, et je ne pense pas que dans un seul cas on ait eu besoin de modifier sa reconstruction conjecturale (571).

« Dans quelques occasions les naturalistes ont été assez heureux pour découvrir la dépouille de ces monstres, dans un état assez complet pour dispenser du laborieux procédé que je viens de vous expliquer. L'Espagne, par exemple, a été de bonne heure en possession d'un squelette presque complet du *megatherium*, comme on l'appelle maintenant; il fut envoyé de Buenos-Ayres, en 1789, par le marquis de Loreto, et déposé dans le cabinet de Madrid; Juan Bautista Bru publia des planches qui le représentaient. D'autres fragments, et même une portion considérable des ossements du même animal, ont été depuis apportés en Angleterre par M. Parish, et présentés par lui au Collége royal de chirurgie; par bonheur ils servent en grande partie à remplir les vides du spécimen de Madrid (572). Nous avons ainsi un animal avec la tête et les épaules du paresseux, et cependant avec des membres et des pieds qui tiennent le milieu entre ceux de l'armadille et du fourmilier. Mais en même temps il doit avoir égalé les éléphants de la plus haute taille, car il avait 13 pieds de long et 9 de haut.

« Plus étranges encore sont les classes d'animaux alliées aux sauriens ou lézards; les énormes dimensions et les formes presque chimériques de quelques-uns d'entre eux seraient à peine conçues par l'imagination. Le *megalosaurus*, comme l'a justement nommé le docteur Buckland, avait au moins 30 pieds de long, et même à en juger d'après le spécimen trouvé dans la forêt de Tilgate dans le Sussex, il paraît, toute réduction faite, avoir atteint la longueur effrayante de 60 ou 70 pieds (573). *L'ichthyosaurus* ou lézard-poisson, quand il fut découvert en partie, présentait de si étranges anomalies, que l'on pouvait à peine supposer que ses membres appartinssent au même animal. Ce ne fut qu'après des découvertes répétées que Conybeare et de La Bèche produisirent un animal avec la tête d'un lézard, le corps d'un poisson et quatre nageoires au lieu de pattes. La taille de quelques-uns de ces monstres doit avoir été énorme, comme les spécimens du muséum britannique peuvent le prouver

(571) Voyez ses principes dans l'*Extrait d'un ouvrage sur les espèces de quadrupèdes dont on a trouvé les ossements dans l'intérieur de la terre*, p. 4; dans son discours préliminaire des *Recherches sur les oss. foss.*, v. I, p. 58, publié aussi séparément. Voyez encore vol. III, p. 9 et suiv., pour les procédés suivis dans la création, comme il dit, des nouveaux genres

(572) Voyez une planche indiquant les parties suppléées par chacun de ces spécimens, dans les *Geological Transactions*, nouvelles séries, vol. III, 1835, planche XLIV, avec une description détaillée par M. Clift, p. 437.

(573) *Ibid.*, vol. I, 1825, p. 391.

aux observateurs. Plus fantastique encore est la forme du *plesiosaurus* ou, comme on le nomme maintenant avec plus d'exactitude, *enaliosaurus*, ou lézard marin, qui, aux caractères remarqués dans les autres, joint un cou plus long que celui d'aucun cygne, à l'extrémité duquel est une très-petite tête (574). Enfin, pour ne pas vous arrêter plus longtemps à ces explications, on a découvert un autre animal bien plus extraordinaire, et je pourrais presque dire fabuleux. Cuvier lui a donné le nom de *ptérodactyle*. C'est lui qui le premier détermina les caractères de cet animal d'après un dessin de Collini; il eut la satisfaction de voir ensuite sa décision confirmée par plusieurs spécimens. Il déclare cet animal le plus étrange de l'ancien monde: car il avait le corps d'un reptile ou lézard, avec des pattes excessivement longues, manifestement formées comme celles de la chauve-souris, pour déployer une membrane au moyen de laquelle il pouvait voler; puis un long bec armé de dents aiguës; et il doit avoir été couvert non de poils ni de plumes, mais d'écailles (575).

« Ces exemples, entre bien d'autres, peuvent suffire pour vous faire voir que les espèces d'animaux que l'on a trouvées ensevelies dans la pierre calcaire ou dans d'autres roches, n'ont pas de types correspondants dans le monde actuel; et si nous les opposons aux genres existants trouvés dans les couches plus superficielles, il nous faudra conclure que les premiers n'ont pas été détruits par la même révolution qui enleva les derniers de la surface de la terre, à l'exception des couples conservés par l'ordre de Dieu.

« Quelques naturalistes, malgré les avantages que nos géologues ont tirés des fossiles, même dans la comparaison des couches minéralogiques, ont persisté à les exclure de la géologie comme étrangers à la science (576). Mais il est impossible de fermer les yeux à la nouvelle lumière que ces découvertes ont répandue sur son étude, et par conséquent de négliger la considération des rapports que la science ainsi élargie soutient avec les récits de l'Ecriture; et puis, quoique notre conclusion puisse paraître négative, elle est, ce me semble, d'une haute importance : car le premier pas dans la connexion d'une science avec la révélation, après qu'elle a passé la période tumultueuse des théories informes et contradictoires, est que ses résultats ne soient point opposés à la révélation; et c'est là dans le fait une confirmation positive. Car, ainsi que je le démontrerai d'une manière plus approfondie dans mon dernier discours, la manière éclatante avec laquelle l'histoire sacrée, soumise à l'examen des investigations les plus diverses, défie tous leurs efforts de découvrir en elle aucune erreur, forme, par l'accumulation d'exemples variés, une preuve positive extrêmement forte de leur inattaquable véracité. Ainsi, dans le cas présent, si l'Ecriture n'avait admis aucun intervalle entre la création et l'organisation du monde, mais qu'elle eût déclaré que c'étaient des actes simultanés ou immédiatement consécutifs, nous eussions peut-être été embarrassés pour concilier ses assertions avec les découvertes modernes. Mais au lieu de cela elle laisse un intervalle indéterminé entre les deux, et même elle nous apprend qu'il y eut un état de confusion et de lutte, de dévastation et de ténèbres; elle nous montre la mer dépourvue d'un bassin convenable et couvrant ainsi tantôt une partie de la terre, tantôt une autre; dès lors nous pouvons dire avec vérité que le géologue lit dans ce peu de lignes l'histoire de la terre, telle que ses monuments l'ont établie : une série de déchirements, d'élévations et de dislocations; des irruptions soudaines d'un élément que rien n'enchaînait, ensevelissant des générations successives d'animaux amphibies; un abaissement subit des eaux, calme, mais inattendu, embaumant dans leurs divers lits des myriades d'habitants aquatiques (577); des alternatives de terre et de mer, et de lacs d'eau douce; une atmosphère obscurcie par d'épaisses vapeurs carboniques qui, absorbées graduellement par les eaux, s'éclaircirent et produisirent les masses si étendues des formations calcaires, jusqu'à ce qu'enfin arrivât la dernière révolution préparatoire pour notre création. Quand la terre fut suffisamment brisée pour cette magnifique diversité que Dieu voulait lui donner, et pour produire ces points d'arrêt, ces barrières que les desseins providentiels avaient désignés, l'œuvre de ruine fut suspendue, du moins jusqu'au jour d'un plus grand désastre; et la terre demeura dans cet état d'inertie léthargique dont elle fut délivrée par la reproduction de la lumière et l'œuvre subséquente des six jours de la création. »

Mgr Wiseman continue la démonstration de sa thèse en l'appuyant sur les influences dynamiques ou forces intérieures qui ont déterminé le surgissement des diverses chaînes de montagnes, qu'il regarde avec M. Elie de Beaumont et tous les géologues comme la cause des révolutions de la surface du globe, par les changements que leur formation a opérés dans les limites et le régime des mers, des lacs, des fleuves, etc. Nous croyons inutile de citer ici ces nouveaux développements et nous pensons que l'extrait qui précède suffit bien pour prouver que Mgr Wiseman s'est prononcé en faveur de l'hypothèse qui rejette les créations des végétaux et des animaux des temps géolo-

(574) Voir *Geological Transactions*, vol. I, pp. 43, 103.

(575) *Ossements fossiles*, vol. IV, p. 36; vol. V, part. II, p. 379; DE LA BÈCHE, dans les *Transactions géologiques*, vol. III, p. 217.

(576) Par exemple, le docteur Mac Culloch, dans son *System of Geology, with a theory of the earth*, London, 1831, vol. I, p. 430.

(577) Voir DE LA BÈCHE, qui a très-bien traité ce point dans ses *Researches into theoretical Geology*, London, 1834, chap. 12, p. 242.

ques, avec la formation du ciel et de la terre, au delà du point de départ de la narration mosaïque (578).

Concluons par une dernière considération sur la nature du récit sacré.

Si nous cherchons à nous rendre compte du but que s'est proposé Moïse, dans le récit de la création, nous ne pourrons douter qu'il n'ait voulu surtout prémunir les Israélites contre l'idolâtrie des nations qui les entouraient. On sait que, dans ces âges reculés, principalement en Orient, cette idolâtrie consistait dans le culte et l'adoration de la terre et des éléments, du soleil, de la lune, de ces corps célestes, pleins de magnificence, qui se meuvent avec une si harmonieuse régularité dans l'espace, et qui paraissent remplir un rôle si important dans l'évolution de tous les phénomènes de notre monde (579). Rien n'était donc plus propre à détourner un peuple déjà si enclin à sacrifier aux dieux étrangers, que de proclamer que ces globes et ces astres, et tout ce qu'ils renferment, sont l'ouvrage d'un créateur unique et tout-puissant, à qui seul doivent être rendus toute gloire et tout hommage.

L'objet des communications divines faites à Moïse a donc été de nous donner des lumières morales, de fixer nos convictions religieuses, de nous donner des règles de conduite, d'établir des dogmes ou d'imposer des devoirs, conformément aux vues que Dieu s'est proposées toutes les fois qu'il s'est manifesté aux hommes par des révélations, mais nullement de nous enseigner les sciences physiques et naturelles, et de nous révéler les lois par lesquelles il a créé et gouverne l'univers. Qui ne comprend que de telles révélations scientifiques dépassent les forces de l'homme dans les conditions physiques et morales où il est placé? Il ne s'agit de rien moins, en effet, que d'embrasser dans ce qu'elles ont de plus intime toutes les œuvres et toutes les voies de l'intelligence infinie. N'est-ce pas demander une communication de l'omniscience? Quel que soit, en effet, le point de la science des opérations divines auquel l'historien sacré se serait arrêté, on aurait toujours pu accuser son récit d'imperfection ou d'oubli pour les choses qu'il aurait passées sous silence. Ainsi, il n'aurait pu se mettre à l'abri des reproches que par une révélation complète de tout ce qu'il y a de mystérieux dans les mécanismes des mondes matériels et dans les forces qui les mettent en mouvement. Mais alors, au lieu de quelques chapitres, il lui aurait fallu écrire une encyclopédie des sciences d'une étendue et d'une profondeur telles, que tout le génie du savant le plus universel pourrait à peine s'en faire une idée. Il y a donc une véritable déraison à vouloir trouver, dans le livre sacré, une histoire complète et détaillée des opérations de la toute-puissance créatrice, lesquelles appartiennent à des époques et à un état de choses qui n'offrent aucun rapport direct avec l'espèce humaine. N'est-il pas d'ailleurs évident que l'imperfection du langage n'aurait pas même permis de les décrire? (*Voy.* Buckland, Jours-Périodes, etc.)

JOSUÉ, *son déluge.* — Voy. Debreyne, Chaubard.

JOURS-PÉRIODES. — Vers la fin du dernier siècle, à l'action du déluge auquel on avait rapporté généralement jusque-là l'ensevelissement des fossiles dans les couches du globe, on substitua un système nouveau,

(578) Parmi les adversaires de cette interprétation présentée par Mgr Wiseman, Desdouits, Buckland, Chalmers, etc., il faut compter M. l'abbé Maupied dans son livre : *Dieu, l'homme et le monde* (1851). M. Maupied prétend que des *écrivains catholiques ont copié et mis en avant ce système d'interprétation sans discussion, sans examen*, etc. Sans accepter cette décision un peu tranchante, nous dirons que ces *écrivains* ont mieux fait de se ranger du côté de deux illustres savants, comme Buckland et Mgr Wiseman, que d'imaginer des théories aussi excentriques que celles de M. Maupied à la suite de M. Chaubard (*Voy.* ce mot) et du P. Debreyne (*Voy.* ce mot). Ces *écrivains catholiques* dont M. Maupied parle avec tant de dédain, sont las des systèmes cosmogoniques bâtis sur la *Genèse;* on les compte par centaines, et les derniers venus, comme celui de M. l'abbé Maupied (*Voy.* ce mot), ne sont pas les moins propres à les en dégoûter. Avec une imagination un peu folle, rien ne nous paraît plus facile que de faire une hypothèse transcendante sur le premier chapitre de la *Genèse:* mais les romans, même scientifiques et bibliques, ne sont pas du goût de tout le monde.

(579) « Ils sont vains, tous les hommes en qui n'est pas la science de Dieu; car ils n'ont pu, des biens qui paraissent, s'élever à comprendre celui qui est ; ils n'ont pas, en considérant les œuvres, connu quel était l'ouvrier.

« Mais le feu, le vent, l'air, la multitude des étoiles, l'abîme des eaux, le soleil, la lune, voilà ceux qu'ils ont crus les arbitres du monde.

« Si, entraînés par leur beauté, ils les ont regardés comme des dieux, qu'ils apprennent combien est plus beau leur dominateur, puisque, source de la beauté, il les a créés tous;

« Et s'ils ont admiré la force et le pouvoir des créatures, qu'ils comprennent par là combien est plus puissant et plus fort celui qui les a faites. » (*Sap.* XIII, 1, 2, 3, 4).

Le sabéisme était la religion de la plupart des peuples de l'Orient. Ce mot vient de *Tzeba, Tzebaoth* (armée), et désigne les adorateurs de l'*armée des cieux.*

Ce qui vient confirmer encore le sentiment que nous émettons ici sur le but que Moïse avait en vue, dans le récit de la création, c'est son insistance à recommander, presque à chaque page de la Loi, d'honorer la cessation des œuvres du Très-Haut par la cessation de tout travail manuel le septième jour de chaque semaine. *Voilà*, disait-il aux Israélites, *la marque à laquelle on reconnaîtra le peuple de Dieu.* (*Exod.* XXXI, 13). En effet, ce repos religieux était une profession expresse de reconnaître l'œuvre des six jours, de rejeter l'éternité du monde, et de ne regarder le soleil, la lune et tous les êtres divinisés dans la nature par les Égyptiens, les Arabes et les Chaldéens, que comme des masses de matière qui n'avaient d'action et de beauté que ce qu'il avait plu à l'Eternel de leur en donner pour le service des créatures intelligentes.

celui des *périodes indéfinies*, soutenu principalement par Deluc (*Voy.* ce mot), et qui consiste à regarder les six jours de la création comme autant de périodes d'une durée indéterminée. Cette opinion acquit un certain crédit après les travaux de Cuvier qui pourtant, dans son *Discours sur les révolutions du globe* (p. 129), se défend d'admettre des créations successives. Cependant il revient tant de fois sur ces époques, sur la différence entre la création actuelle et les créations anciennes (*Disc.*, etc., p. 2; 329; 353, etc.) qu'il est impossible de ne pas y voir sa véritable pensée. Quoi qu'il en soit, des géologues, qui veulent absolument trouver un système cosmogonique dans le premier chapitre de la *Genèse*, continuent d'adopter ce système, malgré les nombreuses et graves objections dont il est passible, et relativement au texte sacré qu'il torture étrangement, et du côté des faits de la science avec laquelle il ne peut se concilier.

M. Frayssinous, dans sa conférence sur le déluge, n'a pas peu contribué à faire adopter cette opinion par quelques théologiens. Dans ce discours, le célèbre orateur consacre tout le système géologique de Cuvier en ces termes : « Si l'on regarde chacun des jours de la création comme une époque indéterminée, qui peut savoir quelles modifications, quelles variations la terre a subies dans ces premiers temps ? »

« Ces expressions dubitatives, dit un savant théologien, ne préjugeaient rien, il est vrai; mais les intelligences de second et de troisième ordre acceptent de telles choses comme des vérités désormais incontestables, parce qu'elles sont appuyées sur l'autorité de deux noms illustrés comme ceux de Frayssinous et de Cuvier; et c'est ce qui arriva : le système des périodes indéterminées devint le dogme de tous les journaux, de toutes les revues dites catholiques, qui l'exploitèrent longtemps comme une mine féconde; de là il passa dans les ouvrages d'écrivains catholiques, animés d'excellentes intentions; alors journaux, revues, livres pullulèrent à l'envi pour rendre un culte au système devenu leur idole; chacun, sur cette base, exerça son imagination à torturer le texte de Moïse pour y trouver ce qui n'y est pas, et à saisir quelques lambeaux de faits géologiques pour corroborer l'accord merveilleux des *six époques* de Moïse avec les couches du globe. Chaque nouvelle empreinte, chaque nouveau fossile qu'on trouvait dans les assises du sol, était une démonstration qui faisait tressaillir de joie et se pâmer d'ébahissement tous ces zélés défenseurs de la révélation, qui descendaient en esprit dans les profondeurs du sol pour y contempler les diverses assises dont ils n'avaient pas la plus légère notion, et pour y compter les fossiles sans savoir ce que c'était. La plupart de ces faiseurs d'articles et de volumes n'avaient aucune notion des sciences naturelles, ils n'avaient pas même souvent lu les ouvrages dont ils embrassaient les doctrines, ou bien ils les avaient lus sans pouvoir les comprendre. Faut-il s'étonner maintenant de rencontrer dans presque tous ces écrits, les principes scientifiques les plus déplorables, acceptés comme des vérités; tels que, par exemple, le principe panthéiste matérialiste de la transformation des espèces animales et végétales (580). »

Le mot *yôm* qui signifie un jour naturel, et qu'on a traduit par *époque*, a bien, à la vérité, ce dernier sens quelquefois dans l'Ecriture, comme dans toutes les langues, mais alors le contexte détermine clairement l'acception dans laquelle il convient de le prendre. Or, dans le premier chapitre de la *Genèse*, où ce terme est répété jusqu'à six fois, rien n'indique qu'il doive y recevoir une signification autre que celle qui est la plus naturelle et la plus commune. Loin de là, les mots *vespere et mane*, *soir et matin*, employés pour distinguer le commencement et la fin d'un jour ordinaire, démontrent avec une palpable évidence qu'il s'agit d'un jour vulgaire et non d'un *jour-période* ou métaphorique; de sorte qu'en supposant à Moïse l'intention de faire comprendre des jours semblables à ceux qui résultent aujourd'hui de la révolution diurne du globe, il n'aurait pu se servir d'une expression plus précise et plus claire.

M. Marcel de Serres cite le quatrième verset du second chapitre de la *Genèse* comme un exemple de l'emploi du mot *yôm* dans le sens d'*époque*. En effet, c'est le sens qu'il paraît avoir dans ce verset, et il nous semble que cette signification est peu favorable ici à l'opinion que soutient ce savant. On conçoit très-bien en effet que l'ensemble des six jours de la création puisse être considéré comme formant une *époque*; mais l'esprit est moins satifait de l'idée qui se présente relativement à ce verset, quand on regarde les six jours génésiaques comme six époques : on trouve alors qu'il est moins exact de se servir du mot *époque* pour désigner un ensemble d'*époques*. — Comment, demande M. Marcel de Serres, d'après Deluc, comment, en parlant de la première époque, Moïse aurait-il pu l'assimiler à des jours de vingt-quatre heures, puisque ceux-ci sont mesurés par des révolutions de la terre sur son axe, en présence du soleil, et que cet astre n'a été disposé qu'à la quatrième époque pour répandre la lumière sur la terre?

Mais pourquoi vous plaît-il de vous embarrasser dans des difficultés qui n'existent que parce que vous voulez à toute force voir une création là où il n'y a qu'une réorganisation? Vous voulez que le soleil n'ait été créé que le quatrième jour, mais cela n'est dit nulle part. Nulle part il n'est écrit que la substance même du soleil et de la lune ait été appelée à exister pour la première fois le quatrième jour; le texte

(580) *Dieu, l'homme et le monde*, t. III, p. 206, par M. l'abbé Maupied.

peut également signifier que ces corps célestes furent à cette époque spécialement adaptés à certaines fonctions d'une grande importance pour l'espèce humaine : à verser la lumière sur le globe; à régner sur le jour et sur la nuit; » — « à fixer les mois et les saisons, les années et les jours. » —Quant au fait même de leur création, il avait été annoncé d'avance dès le premier verset. Est-il une interprétation plus simple, plus naturelle, que celle qui suppose que ces ténèbres qui couvraient le soir du premier jour, n'étaient que des ténèbres temporaires, produites par l'accumulation de vapeurs denses « sur la face de l'abîme, » et qu'un commencement de dispersion de ces vapeurs rendit la lumière à la surface de la terre le premier jour, sans que pour cela les causes qui produisaient cette lumière cessassent d'être obscurcies? On conçoit alors comment la purification complète de l'atmosphère au quatrième jour fut cause que le soleil, la lune et les astres apparurent dans la voûte des cieux et se trouvèrent dans de nouvelles relations avec la terre, nouvellement modifiée et avec l'espèce humaine.

Ces mots, *que la lumière soit* (yehi or), n'impliquent nullement que la lumière n'ait jamais existé antérieurement; on peut les interpréter simplement dans le sens d'une substitution de la lumière aux ténèbres sur la surface de notre planète.

M. Marcel de Serres appelle *redondance inutile* cette répétition de soir et de matin à propos de chaque jour génésiaque. La redondance n'en existerait pas moins quand le mot *yôm* aurait la signification d'*époque*, car sans doute toute époque a son *commencement* et sa *fin*, comme chaque jour a son *soir* et son *matin*. Mais en répétant à chaque *yôm* qu'il a eu son soir et son matin, Moïse a prévenu les difficultés qu'on aurait pu opposer à un récit qui porte sur un ordre de phénomènes antérieurs à l'homme, et où le défaut de précision aurait pu si facilement induire en erreur. Malgré la précision rigoureuse qu'il a apportée, par exemple, dans sa définition de chacun des jours de la création, MM. Marcel de Serres, Godefroy, etc., n'en ont pas moins pris ces jours pour des *périodes*, et le *vespere* pour une série de bouleversements, etc.

Mais voici un dernier argument tiré du texte, qui paraît décisif à M. Marcel de Serres; il lui semble confirmer puissamment sa manière de voir. « Après chaque journée, dit-il, l'écrivain sacré a soin de nous avertir par les mots *fuit vespere et fuit mane*, qu'elle est complétement écoulée. Mais lorsqu'il est question de la septième époque, il ne parle plus du soir et du matin. On se demande la cause de cette omission et d'une exception aussi remarquable. » Voilà en effet qui est bien surprenant. Le Créateur a terminé ses œuvres le sixième jour, et Moïse dit que ce sixième jour eut, comme les jours précédents, son soir et son matin, afin qu'on ne le prenne pas pour une durée indéfinie; le lendemain Dieu cesse de créer et se repose, et parce que Moïse ne dit pas que ce jour du repos du Seigneur eut un soir comme les jours génésiaques, cela étonne M. Marcel de Serres. En vérité ce qui étonne ici c'est cette singulière observation. Comment ce savant ne voit-il pas que si Moïse avait répété la formule par laquelle il termine chacun des jours du récit sacré, il eût fait croire que le Créateur ne se reposa qu'un jour, le septième seulement? Est-ce que les jours qui suivirent le septième ne doivent pas être considérés aussi comme des jours de repos du Seigneur (581)? Quelle raison y aurait-il donc d'appliquer au septième jour une formule qui n'est applicable qu'aux jours de la création, et nullement à ceux du repos ou de la cessation de créer (582)?

S'il y a lieu de s'étonner ici, ce n'est pas de l'*omission* signalée par M. Marcel de Serres à propos du septième jour, mais de l'interprétation donnée par le même savant au mot *vespere* (*ereb*). Les géologues qui interprètent le mot *yôm* par *époque indéfinie*, prétendent que le *matin*, *mane* (*bocker*), signifie le *commencement*, *l'aurore* d'une période ou d'une création, et le *soir vespere*, une *révolution*, une catastrophe, marquant la fin de cette même période, et c'est ainsi qu'ils expliquent la formation des terrains et l'ensevelissement des fossiles que ces terrains renferment. « En répétant à chaque *yôm* qu'il y a eu un soir et un matin, dit M. Marcel de Serres, Moïse en a fait une période à part, et nous a indiqué que de grands bouleversements l'ont distinguée de l'ère suivante, ainsi que nous l'apprennent les faits géologiques (583) » Or, Moïse se sert des mots *vespere* et *mane*, en parlant du commencement et de la fin du premier et du second jour. De quel bouleversement s'agit-il à la fin de ces deux prétendues périodes? Supposerez-vous arbitrairement que le

(581) Dans l'hypothèse des *jours-périodes*, Dieu se repose après l'œuvre de chaque époque et pendant toute la durée de celle-ci de la même manière qu'il se repose pendant l'époque actuelle après avoir créé l'homme, en sorte que la grande figure du travail hebdomadaire disparaît et que toutes les hautes harmonies du monde moral comme celles du monde physique sont troublées.

(582) Si nous avons recours à l'examen comparatif des divers passages de l'Écriture, où les jours de la création sont rappelés par Moïse, nous ne trouverons rien encore qui puisse justifier une interprétation aussi témérairement hasardée; au contraire, tout entraîne à croire qu'il s'agit de jours véritables : *Vous travaillerez pendant six jours*, dit Moïse aux Israélites, *et vous vous reposerez le septième, parce que le Seigneur a fait le ciel et la terre en six jours et il s'est reposé le septième.* (*Exod.* xx, 10, 11.)

Moïse emploie ici le même terme pour exprimer les jours de la création et les jours ordinaires; un langage aussi constamment équivoque n'aurait-il pas jeté les esprits dans une erreur inévitable, quand il était si facile à Moïse de la prévenir?

(583) *De la Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 14 et 169, etc.; 1841.

même mot signifie ici une chose, là une autre, selon les besoins du système? Moïse emploie encore le même terme pour désigner la fin du sixième jour auquel la création de l'homme, des animaux sauvages et domestiques, appartient. S'il y a eu une catastrophe, un bouleversement à la fin de cette période, comment les animaux actuellement existants, et l'homme principalement, ont-ils pu échapper à cette révolution! Pourquoi d'ailleurs ces anéantissements, ces destructions successives d'œuvres dont le Créateur s'était applaudi lui-même après les avoir faites, et dont il avait dit, de chacune en particulier, qu'elle était *bonne*, et de toutes ensemble, qu'elles étaient *parfaitement bonnes*, VALDE BONA.

Remarquez ce regard complaisant du Créateur sur toutes les œuvres qui viennent de sortir de ses mains : *Vidit Deus cuncta quæ fecerat et erant valde bona.* (*Gen.* I, 31.)

Nous appelons l'attention sur ce *cuncta quæ fecerat.*

Dans tout ce récit de l'historien sacré, si magnifique quand on lui conserve sa simplicité originelle si naturelle et si vraie, il n'est nulle part question de destruction ou de substitution d'une création nouvelle à une création détruite; et ce dernier verset, si précis et si clair, montre avec la dernière évidence que toutes les œuvres des six jours sont là, sous le regard du Dieu tout-puissant qui les fit, qui les harmonisa, et qui les contemple avec amour : *vidit Deus cancta quæ fecerat et erant valde bona.*

Et cette divine approbation avait été donnée par le Créateur à chacune de ses œuvres en particulier, au jour où elle fut faite, en sorte que tout concourt à montrer, avec une palpable évidence, qu'il n'y a rien de plus opposé au sentiment des géologues *périodistes* que cette formule si précise, et que l'on ne peut sans bouleverser le langage et toutes les idées admettre, dans le récit sacré, ces destructions et ces catastrophes successives suivies de créations nouvelles qui ne sont mentionnées nulle part.

Plus on médite ce chapitre de la *Genèse*, plus on le trouve, à chaque ligne, contraire à la théorie des *jours-époques.* Moïse y divise le temps d'après la méthode judaïque, comptant chaque jour du commencement de la soirée au commencement de la soirée suivante. Aussi vous remarquerez que dans la formule répétée six fois : *factum est vespere et mane dies unus, ... secundus... tertius*, etc.; le *vespere* est toujours placé avant le *mane* selon la manière de compter des Juifs et de plusieurs autres peuples anciens. Est-ce pour plus de clarté et de précision que Moïse emploie pour désigner une époque d'une durée indéfinie, une formule qui ne convient qu'à la désignation du jour ordinaire, et qui en est comme la définition et la caractéristique? Si le *vespere* signifie la fin d'une époque, il est assez étrange que la fin de la première époque soit mentionnée avant son commencement, *Factumque est vespere et mane, dies unus.*

Mais on comprend fort bien que, la lumière s'étant manifestée par la volonté de Dieu à l'heure de midi, tradition consacrée par la manière de compter le temps chez les Juifs, etc., la durée qui s'écoula depuis cette heure jusqu'à minuit ait été appelée *soir*, et que la durée depuis minuit jusqu'au midi suivant ait été désignée par le terme de *matin.* Cet intervalle de temps d'un midi au midi suivant, du commencement d'un soir au commencement du soir suivant, est ce qui formait un jour chez les Juifs. Mais employé pour désigner une époque, ce langage ne se comprend plus, le *vespere* qui désigne la fin de l'époque étant constamment placé avant le *mane* qui en désigne le commencement.

Les géologues périodistes ont quelquefois recours à des interprétations qui font bien peu d'honneur à leur science ou à leur bonne foi. Ecoutez M. Godefroy :

« Dans la *Genèse*, chaque période de temps ou chaque ordre de création est pareillement limitée entre un soir et un matin : *ainsi fut fait du soir au matin le premier jour, le second jour*, etc.

« Mais les jours naturels, les jours *solaires* sont composés de jour et de nuit, en temps moyen de douze heures de jour et de douze heures de nuit, et entre un soir et un matin il n'y a qu'un demi-jour ou douze heures, et, précisément, cette portion d'un jour naturel, ou ces douze heures comprises entre le soir et le matin sont les douze heures de nuit. »

Alors très-satisfait de son observation qu'il croit ou feint de croire triomphante, il ajoute : « Les jours genésiaques ne seraient-ils que des portions de jours? Voudrait-on que les jours de la création ne fussent que des jours de nuit? » (P. 44.)

Ce dernier trait lui a paru sans doute fort piquant, mais assurément il n'y a pas un seul de nos lecteurs qui ne le regarde comme une preuve d'ignorance ou de mauvaise foi, car il n'y en a pas un seul qui ne sache que la traduction de M. Godefroy : « Ainsi fut fait du soir au matin le premier jour, le second jour, etc. » est tout simplement un contre-sens. Moïse dit : « Et du soir et du matin se fit le premier jour, le second jour, etc., » c'est-à-dire, que des douze heures appelées *soir* et des douze heures appelées *matin*, se fit chacun des jours génésiaques.

De telles ressources font peu d'honneur à un système.

A la fin de l'article GODEFROY, nous avons déjà fait voir que le quatrième et le cinquième verset ne permettent aucun doute sur l'existence du jour ordinaire dès le premier acte de la Toute-Puissance créatrice. Dieu *sépara la lumière des ténèbres (ordonnant qu'elles se succédassent l'une à l'autre*, ajoute le P. de Carrières), *et il donna à la lumière le nom de jour et aux ténèbres le nom de nuit.* Telle est l'origine du grand phénomène de la succession du jour et de la nuit; cette succession admirable de la lumière et

des ténèbres, Moïse tient à la signaler comme un effet de la puissance du Très-haut ; c'est Dieu qui l'a établie, et si nous en sommes peu frappés, c'est qu'il n'est point de phénomène avec lequel nous soyons plus familiarisés ; mais pour qui y prend garde, il n'en est point de plus merveilleux. Moïse en précise l'institution en termes qui ne laissent aucun doute possible. Dieu sépare la lumière des ténèbres à l'instant même où il vient de prononcer le *fiat lux ;* à peine cette sublime parole est-elle dite, que l'ère d'un monde nouveau a commencé, laquelle se composera d'une succession indéfinie de jours et de nuits. Parmi les périodistes, les uns se sont tus sur ces versets, comme M. Godefroy ; les autres ont balbutié, comme M. Marcel de Serres (t. I^er^, p. 12 et 40). Ils ont compris que cette désignation si incontestable du jour et de la nuit et de leur succession dès le premier jour génésiaque, c'est-à-dire, pour eux, dès la première époque, est une chose assez embarrassante dans leur système. A quoi bon, en effet, mentionner le jour et la nuit et leur succession, trois immenses époques avant la création du soleil, pendant lesquelles la lumière régna sans partage, comme dit M. Godefroy ?

Moïse aurait dû réserver cette mention pour la quatrième époque : c'était si bien là sa place. S'il ne l'a pas fait, c'est que les jours génésiaques sont des jours ordinaires et non des jours-périodes (584).

Il ne fut jamais rien imaginé de plus contraire à l'esprit et à la lettre du récit de Moïse que les *jours-périodes*, ni de plus opposé en même temps à la science. On veut que les six jours soient six époques ; mais pourquoi donc six époques seulement, lorsque la science constate aujourd'hui, de la manière la plus décisive, jusqu'à vingt-sept créations distinctes, depuis l'étage silurien jusqu'à l'étage subapennin. Citons les propres paroles du plus savant, du plus éminent paléontologiste de notre époque : « Une première création, dit M. A. d'Orbigny, s'est montrée avec l'étage silurien. Après l'anéantissement de celle-ci, par une cause géologique quelconque, après un laps de temps considérable, une seconde création a eu lieu dans l'étage dévonien, et SUCCESSIVEMENT VINGT-SEPT FOIS DES CRÉATIONS DISTINCTES SONT VENUES REPEUPLER TOUTE LA TERRE DE SES PLANTES ET DE SES ANIMAUX, à la suite de chaque perturbation géologique qui avait tout détruit dans la nature vivante. Tel est le fait, LE FAIT CERTAIN, mais incompréhensible, que nous nous bornons à constater, sans chercher à percer le mystère surhumain qui l'environne (585). »

« Quand, sur les lieux, dans les étages qui se sont succédé régulièrement, on cherche le mode de distribution de ces faunes successives, on trouve toujours que dans les dernières couches de l'étage inférieur s'arrête la faune de cet étage ; que là, elle s'est entièrement anéantie : car les premières couches fossilifères de l'étage qui le recouvre renferment, de suite, des êtres très-différents des premiers, et constituent une faune distincte de la faune de l'autre étage. Il résulte de ces faits, que tout le monde peut constater dans la nature, et à toutes les époques géologiques, que chacun des étages qui se sont succédé dans les âges du monde, renferme sa faune spéciale, bien tranchée, distincte des faunes inférieures et supérieures, et que ces faunes ne se sont pas succédé par passage de forme ou par remplacement graduel, mais bien par anéantissement brusque. Comme, en effet, on ne rencontre nulle part de transition d'une faune spécifique à une autre, au contact de deux âges successifs ; que les êtres se sont succédé à la surface du globe, non par modification de formes animales, par passage, mais bien par extinction des espèces existantes, et par le renouvellement des espèces à chaque époque géologique, l'extinction des espèces d'une faune à chaque étage est évidemment un fait général que confirme, sur tous les points du globe, l'inspection des limites des étages, et qui, en aucune manière, ne peut être révoqué en doute, (586). »

« Sur tous les points où il y a discordance, dit un peu plus loin le même auteur, nous trouvons les limites tranchées entre les étages géologiques superposés, et les faunes qu'ils renferment. Sur tous les points où la concordance existe, où les étages se sont succédé régulièrement, dans leur ordre naturel chronologique, dans tous les terrains jurassiques des côtes du Calvados, des Deux-Sèvres et de la Charente-Inférieure ; dans tous les étages jurassiques et crétacés des Alpes ; dans les étages triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires superposés sans lacune et sans grande discordance, des Vosges jusqu'en Touraine, ou dans vingt-deux étages sur vingt-sept, que trouvons-nous encore ? Nous remarquons que sur les points concordants, les étages sont aussi bien marqués, et qu'ils renferment, comme les étages discordants, des faunes spéciales distinctes, s'arrêtant aux mêmes limites. Du reste, quand nous voyons que, depuis notre époque, aucune espèce n'a disparu de la faune actuelle, on ne pourrait expliquer les faunes successives des étages concordants des régions non disloquées sans des effets généraux produits par une dislocation partielle d'un point quelconque. Il est donc évident que l'effet prévu aux causes géologiques

(584) La forme du globe terrestre et son aplatissement aux pôles indiquent suffisamment qu'il a dû tourner autour du soleil dès l'origine des choses. Or, d'après la *Genèse*, cet astre n'aurait été fait qu'après les végétaux, et, comme on trouve des traces de végétaux dans les terrains de transition, il s'ensuivrait que la terre aurait tourné sans soleil pendant toute la période des terrains primitifs et de transition. L'argument tiré de l'aplatissement de la terre aux pôles est péremptoire contre l'opinion des *jours-périodes*.

(585) *Cours élém. de Paléontologie*, t. II, p. 251.

(586) *Ibid.*, p. 252.

s'est réalisé sur tous les points, puisque des bassins géologiques, restés, pour ainsi dire, intacts, sans dislocation apparente, pendant la plus grande partie des âges du monde, n'en renferment pas moins des faunes aussi distinctes que les points disloqués. Ce fait reste donc définitivement acquis à la science, que les faunes terrestres et marines ont été anéanties à chaque époque géologique; que dès lors chaque changement chronologique de faune dans les étages dénote une perturbation géologique universelle; et que ces faunes successives, composées d'espèces, sont les caractères les plus constants qu'on puisse invoquer pour distinguer les divers âges géologiques des couches stratifiées depuis le commencement de l'animalisation sur le globe terrestre (587). »

Rien ne sera plus facile que de constater ce fait pour chacun des vingt-sept étages qui composent l'échelle des terrains fossilifères et dont on trouvera l'histoire dans autant d'articles de ce Dictionnaire.

En présence de ce résultat le plus incontestable de la science, on ne peut que déplorer l'aveuglement de ces savants qui s'obstinent à chercher une cosmogonie dans le premier chapitre de la *Genèse*, et qui ont imaginé les *jours-époques*, prétendant concilier ainsi avec le texte sacré les découvertes de la science, la formation des terrains et l'ensevelissement des fossiles. Quand cette triste théorie s'est introduite, la géologie et la paléontologie étaient encore au berceau. Ces deux sciences ont singulièrement progressé depuis Deluc, et, à mesure qu'elles ont avancé, les difficultés se sont multipliées contre le système prétendu conciliateur. Il a reçu d'abord un grand échec, lorsqu'il y a quelques années, le télescope de Ross fit voir des étoiles parfaites là où l'on prétendait voir de la matière nébulaire et diffuse qui se transformait en mondes nouveaux, et aujourd'hui enfin ce système reçoit le coup de grâce par les découvertes de la paléontologie, qui démontre avec la dernière évidence, et par des preuves de fait, que ce ne sont pas six époques, six révolutions, six créations seulement qu'il faudrait, pour concilier Moïse avec la science, mais vingt-sept au moins pour expliquer la destruction et le renouvellement des êtres organisés, animaux et végétaux, à la surface de notre planète.

Dans ces vingt-sept epoques, ne sont point comprises la première et la seconde époque, ou le premier et le second jour de la *Genèse*. Ces deux époques-là, la science ne peut les atteindre. Aussi l'imagination de nos cosmogonistes y est à l'aise. Toutefois, il s'en faut que ce qu'ils en ont dit soit à l'abri de tout contrôle, comme nous l'avons montré à l'article Godefroy, et comme nous le ferons voir encore à l'article Marcel de Serres, etc. Arrivé à la troisième époque, l'embarras devient sérieux. Les partisans des *jours-périodes* ne voudraient, dans les terrains paléozoïques, que des végétaux; Moïse ne mentionne, en effet, le troisième jour, que la création des plantes. Mais, dans ces premiers terrains fossilifères, n'y a-t-il effectivement que des végétaux? Il le faudrait, pour les besoins du système, mais voilà qu'il s'y trouve une faune de plus de 3,180 espèces. Avant l'apparition des êtres organisés, il fallait que les continents fussent devenus stables, que les mers fussent circonscrites, que la température fût propre à l'animalisation.

« Enfin, dit un profond observateur, la Toute-Puissance créatrice se met à l'œuvre; les continents se couvrent de végétaux : les mers renferment dans leur sein de nombreux animaux. Tous ces êtres ont-ils été créés à la fois ou successivement? Ont-ils couvert tout le globe à la fois ou se sont-ils répandus peu à peu dans les mers? Telles sont les deux graves questions que nous devons d'abord nous adresser, en cherchant à y répondre. Pour que l'harmonie de l'ensemble existât dans la nature, il fallait que tous les êtres fussent créés à la fois, car tous vivent aux dépens les uns des autres On sait que beaucoup d'animaux vivent de débris de végétaux, et que le plus grand nombre se nourrissent d'êtres plus petits: c'est au moins la loi générale actuelle. Ce fait doit faire croire *a priori*, que les plantes et les animaux ont été créés à la fois. C'est aussi ce que présente la nature ancienne, puisque les mêmes couches renferment simultanément un grand nombre d'animaux de toutes les classes et des plantes marines. La première question semblerait donc être résolue, par le raisonnement aussi bien que par les faits, dans le sens d'une création générale simultanée. Pour répondre à la seconde question, les faits viendraient encore prouver que, lors de cette première animalisation du globe, comme à toutes les créations successives qui ont suivi, les êtres ont été créés partout à la fois; car on trouve, sur tous les points du globe, les mêmes êtres, les mêmes étages, quelle que soit, du reste, la distance des points entre eux; et les formes animales nées en Europe avec la première animalisation du globe, sont identiques à celles qu'on trouve dans les autres parties du monde. Nous devons d'autant plus le croire que les mêmes résultats se montrent à chacun des étages qui se sont succédé depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, et notamment quatre fois dans les terrains paléozoïques.

« Les terrains paléozoïques avaient des continents et des mers.... Toutes les classes marines y étaient représentées, et il n'y manquait aucune des formes types de classes que nous avons aujourd'hui; toutes soumises aux mêmes lois que les êtres actuels par rapport à leurs zones de profondeur dans les mers.

« Il n'y avait pas moins d'animation sur les continents : des insectes nombreux respirent l'air en nature par des trachées; des arachnides respirant par des poumons, animaient, de leurs brillantes couleurs, des

(587) *Cours élémentaire de Paléontologie*, t. II, p. 253.

sites où se déployait tout le luxe de la végétation (588).

« En résumé, dans cette première période de l'animalisation du globe, toutes les classes d'animaux marins et terrestres avaient déjà des représentants, excepté les mammifères, les oiseaux et les myriapodes. Tous les modes différents de respiration des êtres existaient : l'eau, par des branchies ; l'air, en nature, au moyen de trachées ou de poumons (589). »

Voilà donc les animaux contemporains des plantes et datant de la même époque, et pourtant, d'après la *Genèse*, interprétée par les périodistes, les animaux n'auraient été créés qu'à la cinquième époque ou le cinquième jour. Le système est donc ici en flagrante contradiction avec les faits géologiques (590).

Nous avons dit que les espèces animales de la période de transition s'élevaient à 3,180. D'après des communications faites à M. d'Orbigny, les recherches de M. Barande, sur la Bohême, doivent considérablement augmenter les faunes de l'étage silurien inférieur et supérieur, c'est-à-dire le premier étage fossilifère.

Durant cette période, à quatre reprises différentes, des perturbations géologiques énergiques ont détruit tous les êtres, et quatre fois aussi les mers sont rentrées dans leurs limites, et une nouvelle création a remplacé l'ancienne, création composée d'espèces presque toutes différentes.

Dans les terrains triasiques, beaucoup de genres éteints durant la période paléozoïque ont été remplacés par d'autres au moins aussi nombreux, et toutes les espèces y sont totalement différentes. Deux fois aussi, après l'anéantissement des plantes et des animaux, une nouvelle création repeuple la terre de plantes et d'animaux différents des époques précédentes. Première apparition des oiseaux, des tortues, des crustacés décapodes et des céphalopodes acétabulifères.

Les terrains jurassiques, qui suivent immédiatement la période triasique, renferment plus de 4,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et postérieures.

Ce nombre se divise en dix zones superposées, formant, dans l'ensemble des terrains jurassiques, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres.

Chacune de ces dix zones a montré une faune spéciale, distincte de celle des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

A la suite des terrains jurassiques viennent les terrains crétacés, caractérisés par plus de 5,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et postérieures. Ce nombre se divise en sept zones superposées, formant, dans l'ensemble des terrains crétacés, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres. Chaque zone a montré une faune spéciale, distincte des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

Enfin, au-dessus de la période crétacée sont les terrains tertiaires, dans lesquels il existe plus de 8,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et de l'époque actuelle. Ce nombre se divise en cinq zones superposées, formant, dans l'ensemble des terrains tertiaires, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres. Chaque zone a montré une faune spéciale, distincte des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

Nous le demandons encore, que devient la prétendue conciliation de la *Genèse* avec la science, en présence de cette succession d'êtres organisés anéantis vingt-sept fois et vingt-sept fois créés de nouveau, et chaque fois avec une faune et une flore presque entièrement nouvelles? Moïse ne mentionne

(588) Coléoptères, hémiptères, lépidoptères, aptères, névroptères.

(589) *Cours élémentaire de Paléontologie*, p. 283.

(590) A propos de l'apparition des animaux dans les plus basses couches des terrains de *transition*, les éditeurs du quinzième volume des *Démonstrations évangéliques*, publiées par M. l'abbé Migne, ont essayé de répondre au docteur Buckland qui faisait au système de M. Marcel de Serres l'objection sur laquelle nous insistons en ce moment. Malgré le recours à la science du P. Pianciani, rien n'est plus faible que cette réponse et ne démontre mieux les embarras d'une fausse voie dans laquelle on s'est engagé. L'auteur de la *Note* s'exprime ainsi en terminant ses considérations : « Enfin, il est une observation bien simple, qui enlève complétement toute difficulté ; cette observation, la voici : Moïse nous dit bien que l'organisation de notre globe a eu lieu en six époques (c'est justement ce qui est en question) et il indique à grands traits les résultats progressifs de l'action créatrice pendant chacune de ces périodes ; mais il ne dit rien des révolutions géologiques dont on a trouvé les vestiges dans les entrailles de la terre ; il ne dit pas qu'il y ait eu un cataclysme à la fin de l'époque où fut créé le règne végétal, puis un autre après la création des poissons, etc. (En effet il ne dit pas un mot de ces vingt-sept cataclysmes dont nous parlions tout à l'heure ; mais au contraire à la fin de chaque jour génésiaque le Créateur s'applaudit de son œuvre et la trouve *bonne*.) La science moderne ne le dit pas davantage. Il se peut donc fort bien que les terrains de *transition*, où sont ensevelis pêle-mêle les premiers débris végétaux et animaux, aient été formés après la création d'une partie du règne animal, et qu'aucun bouleversement ne soit arrivé lorsque les plantes couvraient seules la face de la terre. » Il est vrai que la science ne dit pas plus que Moïse qu'il y ait eu un cataclysme après la création du règne végétal, puis un autre après la création des poissons, etc., la science constate des faits et non les songes des cosmogonistes. Dès la première couche fossilifère elle trouve des animaux avec des végétaux, le même phénomène se répète jusqu'à vingt-sept fois dans l'échelle des terrains ; elle prend le fait naturellement comme il se présente, et préfère un fait à un rêve, fruit d'une imagination égarée dans les nécessités d'un faux système qui ne vit que de fictions.

qu'une seule création de végétaux ; et, d'après les investigations de la science les plus irréfragables, il aurait existé vingt-sept flores toutes différentes, spécifiquement et chronologiquement. Nous ne voyons dans la *Genèse* que deux créations d'animaux ; et l'échelle des terrains nous en révèle vingt-sept, parfaitement caractérisées par des espèces toutes différentes. Que deviennent les jours-périodes au milieu de ces faits? Comment les caractériser, les délimiter? Quelle peut être leur signification? On aura beau tourmenter le texte, il n'en sortira jamais vingt-sept créations et vingt-sept anéantissements d'espèces animales et végétales autant de fois différentes. Si le *vespere* marque un cataclysme, une destruction, et le *mane*, un renouvellement, une création, il n'y a dans la *Genèse* que trois *vespere* et autant de *mane* dont on puisse tirer parti pour expliquer l'apparition des êtres organisés et leur anéantissement. Il y a loin de là au tableau que les découvertes paléontologiques nous présentent. Et puis, nous devons le redire, cette signification de catastrophe, donnée au mot *vespere*, est repoussée par cette formule, répétée après chaque création : *Et vidit Deus quod esset bonum.*

Si les jours démiurgiques sont des *époques*, l'homme appartient donc à deux époques, à la sixième, qui est celle où il a été créé, et à la septième, qui dure encore. La *Genèse*, après avoir mentionné la création des animaux terrestres, des reptiles et de l'homme, termine par la formule ordinaire : *Il y eut un soir et un matin, ce fut le sixième jour.* Quel que soit l'instant que les partisans des *jours-périodes* choisissent dans cette sixième époque, pour y placer la création de l'homme, ils ont à résoudre une difficulté à laquelle il ne nous paraît pas facile de répondre d'une manière satisfaisante. Il est naturel, sans doute, d'admettre que le commencement de chaque époque est caractérisé par une création particulière ; c'est, du reste, ce que soutiennent les savants dont nous combattons en ce moment l'opinion; ainsi le commencement du premier jour est marqué par l'apparition de la lumière, celui du second jour, par la création du firmament ; ainsi des jours qui suivent. Il serait tout à fait arbitraire d'excepter le sixième jour, et de refuser d'admettre que le commencement de cette *époque* a été signalé par la création des animaux terrestres et par celle de l'homme. Mais alors l'homme a donc traversé toute cette sixième époque, et nous voilà rejetés hors des temps historiques..... Ce n'est pas tout. Comment arriver à la septième époque, celle du repos du Créateur? Si Dieu s'est reposé immédiatement après la création de l'homme, son dernier ouvrage, sorti de ses mains au commencement de la sixième époque, la sixième et la septième époque se confondent.

Selon la *Genèse*, les bêtes de la terre, les reptiles, les animaux domestiques, ont été créés, ainsi que l'homme, le sixième jour. Or, les restes fossiles de ces animaux ont été entassés dans les terrains tertiaires et supérieurs, tels que les gypses du bassin de Paris, etc. Comment se fait-il qu'il ne se trouve, dans ces mêmes formations géologiques, non-seulement aucun ossement appartenant à l'homme, mais même aucun monument de son industrie? Et puis ces terrains étant le résultat de dépôts lents et successifs, leur formation a nécessairement exigé un grand nombre de siècles. Et l'homme, qui est de la même époque, aura subsisté pendant cette longue durée!.. Pour éviter cette difficulté, établira-t-on deux époques dans une époque? Dira-t-on que Dieu créa d'abord les animaux terrestres, puis l'homme beaucoup plus tard? Mais sur quoi fonderait-on cette division d'une époque en deux, quand Moïse réunit cette double création en un seul jour, en une seule époque? Rien ne serait plus arbitraire que de prétendre que les animaux des terrains tertiaires ont été créés au commencement du sixième jour et ont traversé toute cette longue période, mais que l'homme, rapporté à cette même époque par Moïse, n'est venu qu'après la formation de ces mêmes terrains, c'est-à-dire après un intervalle de temps extrêmement considérable. L'avénement, la création de l'homme marquerait donc la fin, le *soir* de cette sixième époque? Le mot *soir* aurait donc ici un sens tout différent de celui qu'on lui donne dans les autres versets, ce que rien ne justifie (591).

Nous disons qu'il est impossible de rapporter la création de l'homme à la même époque que celle des mammifères ensevelis dans les terrains tertiaires. Il est démontré en effet de la manière la plus irrécusable et par les faits les plus positifs de la science, que ces animaux ont été anéantis et créés de nouveau jusqu'à cinq fois avant l'apparition de l'homme, puisqu'on ne trouve aucun vestige de celui-ci dans les étages où sont entassés en si grand nombre les débris fossiles des mammifères. Le texte est donc ici en contradiction avec la science, puisqu'il fait de l'homme le contemporain des animaux mammifères et qu'il place son avénement à la même époque que ces derniers.

Il y a plus. Les faunes et les flores de ces cinq étages tertiaires sont toutes tropicales, aussi bien dans les régions polaires que sous la zone torride. Ainsi, pour en citer un exemple, dans le dernier étage de ces terrains, l'étage subapennin qui a précédé immédiatement l'époque actuelle, la France, l'Angleterre, et le reste de l'Europe, étaient peuplés de singes, de rhinocéros, de tapirs, d'éléphants, d'hippopotames, de girafes, etc., etc. Le cantonnement isotherme des faunes et des flores est, au contraire, le caractère

(591) Quand on lit attentivement le second chapitre de la *Genèse* et qu'on arrive au 19e verset, la première pensée qui se présente spontanément à l'esprit, c'est celle de la création toute récente des animaux : *Formatis igitur Dominus Deus de humo cunctis animantibus terræ, et universis volatilibus cœli, adduxit ea ad Adam, ut videret quid vocaret ea*, etc.

exclusif de notre époque. Ce ne sont donc pas seulement ces anéantissements et ces renouvellements successifs d'animaux mammifères, répétés jusqu'à cinq fois, qui ne permettent pas de faire remonter la création de l'homme jusqu'à ces époques reculées, mais de plus il existe ce caractère si distinctif, si tranché, entre l'étage subapennin et l'époque qui le suit immédiatement où l'homme est apparu, l'époque actuelle, que les lignes isothermes n'existaient pas, que la faune et la flore de cette époque étaient toutes tropicales, tandis qu'à l'arrivée de l'homme sur notre planète, les conditions de la température et la distribution de la chaleur ont été profondément modifiées. C'est de l'apparition de l'homme, en effet, que date l'établissement des lignes isothermes dépendantes, comme on sait, de deux causes : des lignes de latitude, plus ou moins rapprochées des pôles, ou du degré d'élévation des lieux au-dessus du niveau de la mer. Aussi les grands traits de dissemblance qui existent entre la faune subapennine et la faune actuelle sont qu'avec la dernière époque géologique qui nous a précédés sur la terre, a disparu toute l'uniformité distributive des êtres qui plaçait, aussi bien dans les régions chaudes que dans les régions froides, toujours des faunes spéciales aux zones tropicales. Loin de suivre cette marche, les êtres fossiles de l'étage contemporain sont absolument distribués comme la faune actuelle, c'est-à-dire qu'ils suivent toutes les lignes isothermes terrestres et marines qui existent de nos jours sur les continents et dans les mers. On reconnaît partout les fossiles de l'époque contemporaine à leur *identité la plus positive* avec la faune locale la plus voisine.

La conséquence de ces faits incontestables, c'est que l'homme n'a pas vécu, n'a pu vivre à l'époque subapennine, le dernier étage des terrains tertiaires, et qu'il n'a pas eu à franchir la révolution qui a terminé cette époque et enseveli dans le terrain de cette formation tant de mammifères qui s'y sont complétement éteints et qui n'ont pas été reproduits dans l'époque actuelle. L'homme n'appartient donc pas à la sixième époque, ou bien il faut en exclure, contrairement au texte sacré, l'apparition des mammifères; c'est-à-dire que, de tous côtés, on ne voit qu'inextricables embarras, et qu'il est démontré avec la plus palpable évidence que la théorie des jours-périodes est également inconciliable et avec le texte de la *Genèse*, comme les cosmogonistes l'interprètent, et avec les découvertes de la science.

Nous n'insisterons pas sur des considérations de divers autres ordres, qui nous conduiraient au même résultat. Nous en avons dit assez pour montrer toute l'inanité de ce système qui, du reste, aujourd'hui n'a plus guère pour partisans que ceux qui sont restés en arrière du mouvement scientifique.

M. Marcel de Serres, dans son livre de la *Cosmogonie de Moïse*, a soutenu l'hypothèse des *jours-périodes*. Il suppose partout que Moïse a fait une cosmogonie, et il met constamment en preuve ce qui est en question. Nous allons le laisser parler lui-même.

« Lorsque la science cherche à comprendre la cosmogonie de Moïse, la plus ancienne et la seule raisonnable de toutes celles qui sont parvenues jusqu'à nous, elle éprouve dès le début une difficulté sérieuse. Cette difficulté a divisé les meilleurs esprits et les divisera longtemps encore. Elle tient à la manière dont on doit placer, dans le récit de Moïse, les événements géologiques qui se sont succédé ici-bas.

« D'après certains physiciens, ces événements n'y sont pas même indiqués, car le législateur des Hébreux n'était pas plus obligé d'en parler que d'en nier l'existence: dès lors, ils doivent être compris dans cette période indéfinie qui a précédé non-seulement la disposition de la terre dans son état actuel, mais celle des astres de notre système planétaire. Selon d'autres, Moïse aurait distingué deux sortes de créations, l'une générale et primitive, qui aurait eu lieu dans la période indéterminée écoulée depuis le commencement des temps; ce serait pendant cette période que tous les astres et par conséquent toute la matière serait sortie du néant à la voix de Dieu. La seconde création se rapporterait à l'arrangement particulier de la terre et des autres corps célestes de notre système planétaire, dont la formation primitive aurait eu lieu au commencement.

« Lors de cette seconde création, ou plutôt de cette disposition nouvelle, se seraient succédé les événements géologiques dont le récit de Moïse nous présente l'exposé fidèle jusqu'à l'apparition de l'homme.

« Cette diversité dans la manière d'interpréter ce récit en a entraîné une autre non moins grande, dans le mode d'interprétation du mot hébreu *iom*. Les uns ont pris cette expression dans le sens le plus littéral, c'est-à-dire comme un jour de vingt-quatre heures, et les autres, au contraire, ont supposé qu'il désignait plutôt une époque indéterminée.

« A cet égard, chacun a le droit de choisir; car l'Eglise n'a rien décidé. Ses docteurs sont divisés sur cette question aussi bien que les savants. Pour ne rien dissimuler, nous dirons que dans ce moment même, MM Letronne, Desdouits et Buckland soutiennent la première hypothèse; tandis qu'avec Champollion, nous avons adopté l'opinion contraire, professée du reste par Deluc et Cuvier.

« Il est donc d'un très-haut intérêt pour savoir si la cosmogonie de Moïse s'accorde ou non avec les faits géologiques, de déterminer ce qu'il faut entendre par les six jours mentionnés dans la *Genèse*, et quelle durée on doit leur attribuer. Ces jours doivent-ils être considérés ou non comme des périodes de temps indéterminées, et convient-il de penser que la création a été successive ou instantanée?

« Ces questions, étudiées dans ces derniers temps par l'observation des phénomènes de

la nature, semblent avoir été résolues de manière à ne laisser aucun doute dans les esprits. Les résultats obtenus par une science qui n'avait pas été soupçonnée des anciens philosophes, prouvent que la création n'a pas eu lieu d'un seul jet, mais a été successive. Dès lors, les six jours doivent être des espaces de temps dont il est impossible de fixer le terme et la durée. Ils ne peuvent être du moins des jours de vingt-quatre heures, à raison de la grandeur et de l'importance des événements qui s'y sont passés.

« Entre les créations des êtres organisés, plusieurs révolutions ont anéanti les diverses générations qui ont apparu aux différentes phases de la terre. Notre planète pacifiée a reçu les êtres qui l'animent maintenant, l'homme lui a été donné pour maître et pour dominateur. Comment tant de modifications auraient-elles pu s'opérer, et un si grand nombre de générations se succéder dans des intervalles de temps aussi courts que le seraient les six jours de la création, si on les considère comme des jours de vingt-quatre heures?

« Après de pareils faits, il est difficile de ne point admettre que d'aussi grands événements ont dû exiger des espaces de temps bien plus longs. Dès lors le mot *iom* doit exprimer plutôt des époques indéterminées que des jours semblables aux jours actuels.

« Pour affaiblir cette conséquence qui dérive de la nature des choses, on a supposé que ces révolutions n'avaient pas dû être violentes, puisque leurs traces n'avaient pas pénétré une grande épaisseur de notre planète et n'avaient troublé que quelques régions peu étendues. Mais a-t-on oublié qu'elles apparaissaient dans toutes les parties du monde, comme à toutes les hauteurs où nous pouvons porter nos pas? Les deux hémisphères, tous les continents, toutes les îles offrent des traces de ces révolutions et de nombreux corps organisés fossiles. Nous en découvrons les restes partout, aussi avant que nos travaux nous permettent de fouiller l'intérieur de cette terre sujette à tant de vicissitudes.

« Produites successivement, ces révolutions qui ont vu naître et périr un si grand nombre de générations, ont dû exiger une longue suite de siècles. Comment pourrait-il en avoir été autrement, lorsqu'à chacune de ces révolutions correspond une série d'espèces totalement différentes de celles qui avaient été détruites et de celles qui plus tard ont été anéanties? Mais lors même que toutes ces données géologiques ne nous seraient pas fournies par l'observation des couches terrestres, il suffirait de lire avec quelque attention le texte de la *Genèse*, pour être convaincu que les jours de la création ne sauraient être assimilés à des jours ordinaires. L'expression *iom*, traduite en grec par ἡμέρα, en latin par *dies*, désigne souvent dans ces trois langues une époque indéterminée, comprenant un ensemble d'événements plus ou moins mémorables. Rien n'est plus commun dans l'Ecriture que cette manière de parler. A ses yeux, les successions des siècles sont comme un seul jour. Mille ans, dit le prophète, sont comme le jour d'hier qui a passé. Daniel prend les jours de la semaine pour des années dans sa fameuse prophétie sur l'avénement du Messie.

« Saint Paul appelle un jour tout le temps qui est donné à l'homme voyageur sur la terre. Saint Pierre dit aux jours de Noé, ce qui signifie simplement l'époque où vivait ce patriarche. L'Eglise nomme jour de l'éternité, jour éternel, cette ère de bonheur sans fin promise aux justes, et emploie cette expression dans ce sens dans la plupart des hymnes. Nous donnons également au mot jour la signification d'époque, et c'est ainsi que nous disons les beaux jours de la Grèce.

« Le langage de Moïse ne saurait, du reste, être comparé à celui du physicien ou du savant qui discute sur une question controversée. Encore, même sous ce rapport, n'est-il pas dans les sciences un langage de convention qui, s'il était pris dans son sens littéral et rigoureux, conduirait aux plus graves erreurs? L'*Annuaire du bureau des longitudes* parle constamment du cours du soleil, de son lever et de son coucher, quoique dans l'opinion des savants qui le rédigent tout cela ne soit qu'apparent.

« Ces expressions sont aujourd'hui tellement consacrées par l'usage, que ceux qui s'en servent ne réfléchissent pas plus sur leur véritable sens que ceux de qui ils les tiennent. Il y a plus, tout autre langage paraîtrait aux uns et aux autres tout au moins extraordinaire, si ce n'est peut-être ridicule.

« Dans la *Genèse* (chap. II, v. 4), Moïse emploie également le mot *iom* dans le sens d'époque. Après avoir détaillé les œuvres de la création, il en fait une sorte de récapitulation, en disant : *Telles ont été les générations des êtres au jour où Dieu créa le ciel et la terre.*

« Or, dans ce passage, cette expression ne signifie pas un jour de vingt-quatre heures, mais plutôt les six jours ou les six époques de la création. Elle comprend donc des temps ou des époques indéterminés. D'ailleurs, ainsi que l'a fait observer Deluc, comment, en parlant de la première époque, Moïse aurait-il pu l'assimiler à des jours de vingt-quatre heures, puisque ceux-ci sont mesurés par des révolutions de la terre sur son axe, en présence du soleil, et que cet astre n'a été disposé qu'à la quatrième époque, pour répandre la lumière sur la terre? Dès lors Moïse ne pouvait pas compter par jours des temps où les jours n'existaient pas encore, et il ne pouvait pas leur donner un soir et un matin, lorsque, d'après lui-même, il n'y avait encore ni lever ni coucher du soleil.

« Ajoutons qu'aujourd'hui même il existe une grande diversité dans la manière d'entendre ces espaces de temps que nous nommons jours. Chez certains peuples, ils ne comprennent pas vingt-quatre heures, mais uniquement la moitié de ce temps, tandis que d'autres les commencent à six heures du

matin. Cependant dans l'usage le plus général, l'heure de minuit est fixée pour le commencement et la fin de cet espace de temps, en sorte que la journée est comprise dans l'intervalle qui s'écoule d'un minuit à l'autre.

« Les Indiens distinguent leurs *calpas* ou leurs jours en deux ordres : les uns qu'ils considèrent comme humains et les autres comme divins. Ils ont en outre des calpas de Brahma bien plus longs encore. Un seul désigne la durée de mille *younga*, c'est-à-dire de mille de ces âges après chacun desquels le monde doit finir pour reprendre une existence et une forme nouvelles. Aussi, dans le style oriental, chaque jour de la création est comme un calpas d'une durée indéterminée. D'autres raisons non moins évidentes que celles que nous avons mentionnées semblent prouver qu'en traduisant l'expression hébraïque *iom* par jour, on se jette dans des difficultés inextricables, car il faut pour lors prendre tout le récit de la création à la lettre. Comment, en adoptant cette interprétation purement littérale, expliquera-t-on ce passage : *Dieu nomma la lumière jour, et les ténèbres nuit?* (*Genèse*, I, v. 5.) C'est la lumière qui éclairait pour lors la terre dont Moïse entendait parler, car il n'en existait pas d'autre. Le soleil n'avait pas encore reçu son atmosphère lumineuse, qui seule lui a permis de répandre sur la terre ses rayons qui l'éclairent et qui l'échauffent par leur action vivifiante. Dès lors le mot *iom* du cinquième verset de la *Genèse* ne s'applique nullement à une époque déterminée par la rotation du globe autour du soleil éclairant, mais à la lumière primitive, qui à la seconde époque jaillit à la voix de Dieu.

« Que faut-il donc entendre par cette expression *iom?* Ne devons-nous pas dire avec saint Augustin qu'il ne faut pas se hâter de prononcer sur la nature des jours de la création, ni affirmer qu'ils fussent semblables à ceux dont se compose la semaine ordinaire? Revenant sur la même idée dans le plus fini de ses ouvrages, la *Cité de Dieu*, il ajoute qu'il est difficile d'imaginer quelle était la nature de ces jours. Si le saint docteur pense que l'on ne peut savoir ce que sont les six jours de la création, il croit que l'on peut affirmer ce qu'ils ne sont pas. Il déclare donc qu'ils n'étaient point semblables aux jours ordinaires.

« L'opinion de saint Augustin s'accorde parfaitement avec celle qu'ont professée saint Athanase et Origène. Ces docteurs n'ont point partagé l'opinion de saint Barnabé, lequel, poursuivant ses vues allégoriques, a voulu voir dans les six jours de la création une figure de tous les événements qui doivent se succéder sur la terre jusqu'au jour du jugement. A ses yeux, ces six jours signifient autant de milliers d'années, et ces six mille ans sont le terme que Dieu a marqué à tous ses ouvrages.

« Il y aurait de la témérité, ainsi que l'a fait observer Champollion, à fixer une durée quelconque à ces six périodes Ce sont des jours, mais des jours à la manière biblique, c'est-à-dire des époques par lesquelles Moïse a voulu désigner les opérations successives du Créateur. Ce sont les six journées de Dieu, ou comme dit Bossuet, six progrès par lesquels le monde est devenu ce qu'il est aujourd'hui, et qu'on ne saurait assimiler à nos jours actuels.

« L'ensemble du récit de Moïse s'accorde parfaitement avec cette interprétation, et surtout ce *fuit vespere et fuit mane*, qui comme un refrain revient après chaque journée. Si ces *iom* étaient des jours ordinaires, ils ont dû avoir un soir et un matin. Pourquoi donc cette redondance inutile dans un ouvrage d'ailleurs si concis? Elle s'y trouve, parce que Moïse a voulu insister sur la profonde démarcation qui a divisé par ères les temps antérieurs à l'homme, et a complétement séparé chaque époque de la suivante. En répétant à chaque *iom* qu'il a eu son soir et son matin, il en a fait une période à part, et nous a ainsi indiqué que de grands bouleversements l'ont distingué de l'ère suivante, ainsi que nous l'apprennent les faits géologiques.

« Un dernier argument tiré du texte nous semble décisif; il confirme puissamment cette manière de voir. Après chaque journée, l'écrivain sacré a soin de nous avertir par les mots *fuit vespere et fuit mane*, qu'elle est complétement écoulée. Mais lorsqu'il est question de la septième époque, il ne parle plus du soir et du matin. On se demande la cause de cette omission et d'une exception aussi remarquable.

« Ne serait-ce point parce que ce jour n'a pas encore atteint son terme et sa fin, comme ceux qui l'ont précédé? Dès lors n'est-il pas évident que ces mots le soir et le matin désignent uniquement la fin et le commencement d'une période ? C'est aussi dans le même sens qu'il a été pris par Daniel, lorsqu'il dit *usque ad vesperum et mane dies duo millia trecenti*. On ne peut du reste donner une autre réponse à cette difficulté. En effet, le texte de la *Genèse*, si incohérent dans l'opinion contraire, devient clair et précis lorsqu'on traduit le mot *iom* par époque.

« On trouve ainsi un accord remarquable entre les paroles de Moïse et ce que la science nous apprend. Cette série de progrès ou de révolutions successives qui forment les six jours, s'est donc terminée par une septième époque de repos, qui n'a pas eu encore son terme. Celle-ci, qui a commencé après la sixième, c'est-à-dire après l'apparition de l'homme, dure maintenant et constitue la période historique à laquelle nous appartenons.

« Ainsi se trouve expliquée l'absence de ce *vespera et mane*, lorsqu'il est question de la septième époque; en interprétant de cette manière le texte, on est frappé de vénération pour un livre dont les moindres paroles ont une si haute portée.

« Cette opinion est loin d'être en opposition avec les doctrines religieuses. D'après tous les docteurs, il est permis de voir dans

les six jours des périodes indéterminées. L'Eglise, ainsi que nous l'apprennent Bossuet et Frayssinous, a laissé ce point de discussion aux recherches et aux investigations de tous. Nous dirons donc, avec ces deux illustres prélats, que la chronologie de Moïse date moins de l'instant de la création de la matière, que de la création de l'homme, qui a eu lieu à la sixième époque. Les dates ou les supputations d'années que nous donne le législateur des Hébreux et qui forment la chronologie des livres saints, ne remontent pas à l'origine de l'univers ni même à celle de la terre, mais uniquement à l'origine du genre humain.

« D'un autre côté, comment pouvoir se rendre compte de ces générations, dont l'ancienne existence est attestée par tant de témoignages conservés dans les couches de la terre, si l'on suppose qu'elles ont été créées et anéanties dans l'espace de six jours ? On ne peut pas non plus les concevoir comme créées dans le commencement des temps et dans cette période indéfinie qui a précédé la disposition actuelle de la terre, car évidemment notre planète n'était pas alors susceptible de recevoir les êtres nombreux qui s'y sont succédé pendant les périodes géologiques.

« Ceux qui se sont opposés à ce mode d'interprétation ont bien saisi que les nombreuses couches fossilifères de la surface du globe ne pouvaient pas avoir été déposées dans des périodes aussi courtes que le seraient les six jours de la création. Pour les expliquer, ils ont eu recours à des miracles bien plus étonnants que les faits qu'on cherche à expliquer. Les uns ont soutenu que Dieu avait créé tout aussi bien les fossiles, dans leur état pierreux, que les êtres actuellement vivants. D'autres ont observé que celui qui avait tiré la matière du néant avait fort bien pu en disposer toutes les parties à son gré, et lui donner, au moment même de sa création, la forme et les dispositions qui pouvaient lui convenir. Le physicien et le géologue se taisent devant de pareils raisonnements, car il n'y a plus rien à expliquer lorsqu'on parle de miracles.

« On pourrait cependant faire observer que Dieu a donné à l'univers les lois admirables qui le régissent et qui y maintiennent l'ordre et l'harmonie; aussi dans la sagesse infinie qui a présidé à l'établissement de ces lois, Dieu ne s'est jamais écarté des règles qu'il a imposées à la nature. Depuis son origine, l'univers se meut d'après les mêmes principes et est entraîné par les mêmes forces. Si quelquefois la puissance divine a suspendu ses règles immuables, c'est uniquement lorsqu'elle a voulu frapper l'imagination des hommes et vaincre leur incrédulité. On ne voit pas ici quels auraient pu être les motifs du Créateur pour intervertir et suspendre sans nécessité les lois de la nature.

« Une dernière observation a été adressée à M. Cahen lorsqu'il a publié sa traduction; comme elle est relative à notre manière d'interpréter le mot *iom*, nous devons y répondre. On a objecté que Dieu ayant terminé toutes ses œuvres à la septième époque, il n'était pas présumable qu'il se fût reposé pendant tout ce temps; un jour de vingt-quatre heures suffisant à cet égard. Ce serait se faire une bien faible idée de la Divinité que de supposer qu'un travail quelconque, même celui de la création de l'univers, pût être pour elle un sujet de fatigue. Tout ce que l'Ecriture a voulu indiquer, c'est qu'à la septième époque, Dieu avait terminé toutes ses œuvres et qu'il l'avait bénie comme celle à laquelle il avait cessé de produire et de créer.

« Cette doctrine est-elle contraire à la sanctification du septième jour de nos semaines, institué en mémoire du repos de la septième époque ? Nous ne saurions le penser. Nous avouerons, avec M. Cahen, que nous ne pouvons voir dans cette interprétation rien qui attaque cette sanctification, car pour nous, comme pour ceux qui ne voient autre chose dans le mot *iom* qu'une époque indéterminée, jour consacré au Seigneur est un jour à part, un jour saint et sacré.

« Il est enfin une dernière observation que l'on peut adresser à ceux qui considèrent le mot *iom* comme se rapportant, non à des époques indéterminées, mais à des jours semblables à ceux qui composent la semaine ordinaire. En adoptant cette interprétation, on est obligé de supposer que toutes les anciennes générations dont les couches terrestres nous ont conservé la singulière généalogie, ont été formées avant la création dont Moïse nous a tracé le récit, opinion tout à fait contraire au texte de l'Ecriture. Si, pour éviter cette difficulté, on prétendait que les couches fossilifères sont les débris d'un ancien monde, on ne serait pas plus avancé; car il est dit dans ce texte, qu'on voudrait toutefois respecter, que la terre créée au commencement, était informe et dans le chaos, lorsqu'il a plu à Dieu d'en organiser la surface. Comment dès lors pouvoir admettre que le globe aurait été habité antérieurement à l'époque où il a reçu les dispositions propres à permettre à la vie d'y déployer toute son activité?

« Ces difficultés sont tout à fait insolubles, si l'on suppose que le monde a été créé en six jours. Elles s'évanouissent au contraire en donnant au mot *iom* un sens beaucoup plus étendu, ainsi que le fait la Bible elle-même dans une infinité de passages de la *Genèse* et de l'*Exode*, sens qui a été également adopté par Ezéchiel et Daniel. Aussi préférons-nous suivre l'interprétation la plus propre à concilier les phénomènes naturels avec l'Ecriture sainte.

« Nous le devons d'autant plus, qu'il est impossible que les terrains primitifs et de sédiment aient été produits dans l'espace de six jours. En effet, ces derniers, formés par un grand nombre de couches, aussi différentes par leur nature chimique que par les êtres qu'elles recèlent, ont nécessairement

exigé, pour leur précipitation, de longs intervalles, car toute disposition en couche indique des dépôts lents et successifs de substances suspendues dans un liquide. Il y a plus : ces tranches de séparation entre les divers dépôts, originairement horizontales, ont pour la pludart été dérangées dans leur position primitive. Elles se montrent plus ou moins inclinées et souvent même verticales. De pareils effets annoncent évidemment qu'à la suite de leur formation elles ont dû être bouleversées, changement qui a dû exiger, dans leur inclinaison, des intervalles de temps plus ou moins longs.

« La diversité de nature chimique de ces tranches ne permet pas non plus de douter qu'elles n'aient été formées à des époques distinctes et sans doute très-éloignées les unes des autres. Les êtres fossiles qu'elles recèlent en si grand nombre viennent encore à l'appui de cette assertion. En effet, ces corps organisés changent complétement dans leurs caractères spécifiques, suivant la situation ou la profondeur des formations où ils sont ensevelis. Enfin les animaux qui fourmillent au milieu des divers dépôts de sédiment, s'y trouvent dans les âges les plus différents, circonstance qui ne peut guère se concilier avec une création aussi prompte que le serait celle des six jours. Les faits physiques nous disent donc qu'il s'est écoulé un long intervalle entre la première apparition de la vie sur la terre et celle de l'homme, et de plus grands encore antérieurement à ces deux époques.

« Après cette digression peut-être un peu longue mais nécessaire, résumons succinctement les faits que nous venons d'exposer.

« Il en résulte évidemment que si l'on ne considérait pas le mot *iom* dont Moïse s'est servi comme exprimant une époque indéterminée, on ne pourrait pas se former une idée de la création en harmonie avec ce que les faits physiques nous en apprennent. Si l'on ne voulait pas suivre cette interprétation, il serait à peu près impossible de donner au récit de Moïse un sens raisonnable, et surtout de le faire concorder avec les faits les plus positifs et les mieux démontrés. On peut apprécier l'exactitude de la *Genèse* en l'adoptant, et l'on est frappé de l'accord qu'elle présente avec les observations géologiques. En envisageant le grand œuvre du législateur des Hébreux sous l'influence d'une interpétation, nous osons le dire, nécessaire, on demeure pénétré d'admiration pour son auteur, qui, il y a plus de trois mille ans, avait proclamé ce fait si remarquable de la succession des êtres vivants, en raison directe de la complication de leur organisation. Cependant ce fait ne nous est connu par des observations positives que depuis moins d'un demi-siècle. »

Comme M. Marcel de Serres, M. Godefroy veut faire de Moïse un cosmogoniste et soutient les *jours-périodes*, mais ils sont loin de s'entendre sur la manière d'expliquer le texte sacré et de comprendre de la même manière chacune des opérations du Créateur pendant ces six époques. Nous avertissons le lecteur de se tenir en garde contre les citations et contre les autorités qu'on invoque. La plupart n'ont pas grande valeur. Ce sont le plus souvent des auteurs incompétents sur ces hautes questions qui adoptent une opinion toute faite qu'ils trouvent à leur convenance. D'autres fois on attribue à tous ce qu'un seul a dit. Ainsi, par exemple, M. Marcel de Serres et M. Godefroy, essayant d'interpréter dans leur sens le *vespere* et le *mane*, mettront en note : « *interdum non tam de primo diei tempore quam rei aut actionis de qua agitur*, disent tous les commentateurs. » (*Cosmog. de Moïse*, p. 43; *Cosmogonie de la révélation*, p. 43.) La vérité est que ce texte est du seul commentateur Pagnin. Saint Augustin sur l'autorité duquel on cherche à appuyer la théorie des *jours-périodes*, a exprimé sur la nature de ces jours les sentiments les plus divers, ce qui fait dire à Cornelius a Lapide en parlant de ce père : *Dubie et disputando loquitur in quæstione, ut ipse ait, tunc difficillima, nec satis se ipsum explicat.* (*Curs. compl.*, t. V, col. 141, édit. Migne.)

M. Godefroy démontre longuement que le mot *dies*, ἡμέρα, *jour*, se trouve dans l'Écriture avec la signification d'époque, de durée plus ou moins longue; cela n'est contesté par personne, et cette figure est de toutes les langues. Toute la question consiste à savoir s'il a aussi ce sens là dans le premier chapitre de la *Genèse;* nous ne le pensons pas et pour des raisons qui nous paraissent décisives.

« Tant d'auteurs divers ont parlé de ces jours de la *Genèse*, qu'il est peut-être inutile de faire remarquer ici que, dans le langage de l'Écriture, le mot *jour* signifie souvent un laps de temps, une période indéterminée; et que Moïse surtout n'a pu entendre borner ce mot à la durée d'une révolution solaire, puisque lui-même nous apprend que le soleil n'a brillé au firmament que le quatrième jour, que les jours et les années n'ont commencé qu'avec le quatrième jour; et encore, puisqu'après avoir énuméré les six jours de la création, il emploie le même mot *jour* pour exprimer les six jours mêmes ou tout le temps de la création (592).

(592) « Combien y a-t-il de temps, demande un astronome allemand, que les *atomes*, semés dans l'espace par le souffle de l'Etre incréé, commencèrent à se mouvoir pour la première fois, et *à se transformer en globes solaires et en globes terrestres*, d'après les lois que la volonté divine prescrivit à la nature?» — A cette question, le judicieux traducteur répond avec M. Frayssinous, comme avait répondu Bossuet avec les Pères de la primitive Eglise, Origène, saint Jérôme, saint Augustin, saint Athanase, etc., comme ont répondu Burnet, Buffon, Deluc, Duguet, Kirvan, Ampère, Cuvier, Champollion, etc., et comme répondent encore MM. Bertrand, Demerson, Silliman, Salvador, Cahen, etc., « qu'on peut regarder les six jours de la création comme des périodes de temps indéterminées; que la chronologie de Moïse date moins de l'instant de la *création de la matière*, que de l'instant de la création de l'homme.» (*Considérations général. sur la dispos. de l'univers*, par Bode.)

A cette question, nous répondrons aujourd'hui

« Pour peu qu'on soit versé dans l'étude « de l'Écriture sainte, écrivait saint Augus- « tin, on sait que c'est sa coutume de se ser- « vir du mot *jour* pour celui de *temps* (593).» C'est l'observation que font pareillement les théologiens et les critiques des deux derniers siècles(594). Le savant Bailly avait également remarqué que, chez les Orientaux, le mot que nous rendons par *jour* a une signification primitive que donne exactement le terme chaldéen *sare*, révolution, période, succession de faits ou de temps (595). Aussi, chez ces mêmes Orientaux, l'histoire des générations des patriarches et des principaux faits arrivés de leur temps, portait le titre d'histoire des jours, *verba dierum* (596).

« Il en est de même des mots *soir* et *matin*, qui, joints ensemble, n'ont pas un sens fixe et invariable dans la langue hébraïque, et signifient aussi *commencement* et *fin*, soit qu'il s'agisse d'une époque, soit qu'il s'agisse d'un fait ou d'un événement, et encore *désordre* et *ordre, confusion* et *disposition régulière*, comme l'ont remarqué tous les interprètes (597) et les savants d'un autre ordre (598).

« Dans la célèbre prédiction de Daniel sur le règne d'Alexandre et de ses successeurs, le commencement et la fin des événements annoncés sont appelés le soir et le matin de ces événements, *vespere et mane* (599).

« Dans cette même prédiction, l'abomination de la désolation sera dans le lieu saint, et après une longue profanation le sanctuaire sera purifié : *Du soir au matin*, porte le texte, ou de cette profanation du sanctuaire à sa purification, il se passera deux mille trois cents jours (600). Ces mots *soir* et *matin* ont donc ici deux acceptions différentes; l'une, relative au désordre qui précède et nécessite la purification du sanctuaire et à l'ordre rétabli par cette purification, et l'autre, relative au commencement et à la fin d'une période de temps d'une durée déterminée et nettement limitée.

« Dans la *Genèse*, chaque période de temps ou chaque ordre de création est pareillement limité entre un soir et un matin: *Ainsi fut fait du soir au matin le premier jour, le second jour*, etc.

« Mais les jours naturels, les jours *solaires* sont composés de jour et de nuit, en temps moyen de douze heures de jour et de douze heures de nuit, et entre un soir et un matin il n'y a qu'un demi-jour ou douze heures, et, précisément, cette portion d'un jour naturel, ou ces douze heures comprises entre le soir et le matin sont les douze heures de nuit.

« Les jours génésiaques ne seraient-ils que des portions de jour? Voudrait-on que les jours de la création ne fussent que des jours de nuit?

« Mais, dans le récit historique, la lumière est le premier produit de la création ; et ce n'est qu'après trois de ces jours de lumière, ce n'est que le quatrième jour de la production de la lumière que, pour la première fois, la nuit succède au jour et le jour à la nuit, et que commence le cours des saisons, des jours et des années. (*Gen.* I, 14-18.)

« Que veulent dire donc ces mots *soir* et *matin* ? » demande ici un profond penseur. — « Ils veulent dire simplement le *commencement* et la *fin* d'une période, selon le mode de supputation usité parmi les Juifs de compter leurs époques à partir du soir (601).»

« Saint Augustin, même lorsqu'il lui arrive de ne plus faire attention à ce mode de supputation tout particulier au peuple juif et si éloigné des usages des autres peuples, saint Augustin conserve encore à ces expressions déterminatives le sens que réclame la contexture du narré biblique; en expliquant, en conséquence de cette interversion, que le soir exprime la fin d'une création ou formation, *vesperam terminam conditæ creaturæ*, et le matin, le commencement d'un autre ordre de formation, *mane autem, initium condendæ alterius* (602). Preuve manifeste que saint Augustin a compris que les jours de la *Genèse* devaient s'entendre, que ces jours de la création ne pouvaient et ne devaient s'entendre que de périodes de temps indéterminées, que d'autant d'ordres successifs de formations distinctes.

« Aussi, dans la conviction du saint docteur, le jour qui a suivi les six jours de la création ou les six ordres génésiaques, est

avec MM. Roselly de Lorgues, Nérée Boubée, Chaubard, Marcel de Serres, Auguste Nicolas, en empruntant ici les expressions de deux de ces auteurs, « que non-seulement *on peut*, mais qu'*on doit* donner au mot *jour*, employé par Moïse, le sens illimité d'*époque*, » parce que « il est évident que Moïse n'a pas voulu parler de jours tels que nous les entendons. »

(593) Scripturarum more sanctarum diem poni solere pro tempore, qui illas litteras, quamlibet negligenter legerit, nescit. (*De civit., Dei*, l. xx, c. 11.)

(594) Voy. *La Genèse avec l'explication des saints Pères*, Paris, 1682.— *Histoire critique de la philosophie*, t. Ier, p. 182, Amsterdam, 1741.

(595) *Histoire de l'astronomie ancienne*, p. 103.

(596) C'est le nom qu'avait chez les Hébreux le livre des *Paralipomènes*.

(597) « *Interdum non jam de primo diei tempore quam rei aut actionis de qua agitur*, disent tous les commentateurs. » (M. M. DE SERRES, *op. cit.*, p. 375 et 43.)

(598) M. BLAUD, cité dans les *Annales univers. de la Relig.*, n° d'août 1832.

« Ainsi donc, dans la *Genèse*, conclut M. Blaud, le soir n'exprime que le désordre existant avant une création ; le matin, que l'ordre qui y succède ; et le jour est la création achevée, ou bien l'époque où elle a eu lieu. »

(599) *Et visio vespere et mane, quæ dicta est, vera est; tu ergo visionem signa, quia post multos dies erit.* (*Dan.* VIII, 26.

(600) *Usquequo peccatum desolationis quæ facta est, et sanctuarium et fortitudo conculcabitur? et dixit ei : Usque ad vesperam et mane, dies duo millia trecenti, et mundabitur sacrificium.* (*Ibid.*, 13, 14.)

(601) M. Auguste NICOLAS, *Etudes philosophiques sur le christianisme*, t. Ier, p. 385, 386.

(602) *De Gen. ad litter.*, l. IV, c. 18.

l'ordre actuel des choses, l'ordre de la stabilité des choses créées, *ideo creatura universa in Creatore suo semper manebit.* Dans son explication, le septième jour a eu son matin ou son commencement sans avoir eu de soir ou de fin, *septimus dies mane habuerit sine vespera, id est initium sine fine*, parce que ce septième jour est le commencement d'un état fixe et permanent, *initium manendi et quiescendi totius quod conditum est*, parce qu'il a été sanctifié pour subsister à jamais, *quia sanctificasti eum ad permansionem sempiternam* (603).

« Mais rendons aux mots *soir* et *matin* leur véritable signification, leur signification de *commencement* et *fin* que réclament et le mode de supputation en usage chez le peuple hébreu et le contexte génésiaque. Alors nous pourrons donner de l'importante question qui a fait le sujet de tant de discussions, une solution complète et décisive : alors il nous sera démontré que le septième jour est un jour sans limite ; il nous sera démontré que le jour qui a succédé aux six jours de la création est le jour actuel, le jour qui se continue, qui se poursuit, le jour enfin dont l'homme est mis en possession.

« Chez les prophètes, le règne du Messie, les temps évangéliques ne comportent qu'un seul et même jour, *dies una;* et ce jour unique, qui a eu son *commencement* ou son temps du soir, *tempore vesperi*, se poursuit et se continue sans interruption.

« Chez les prophètes, les temps du règne du Messie constituent un jour unique, *dies una*, non un jour composé de jour et de nuit, *non dies neque nox*, mais un jour toujours ouvert, un jour qui a eu son temps du soir ou son commencement, sans avoir son temps du matin : la lumière qui se manifestera au commencement de ce jour, DANS LE TEMPS DU SOIR, *in tempore vesperi*, brillera sans interruption, *erit lux et erit in die illa ;* et, pendant toute la durée de ce jour, le Seigneur régnera sur toute la terre dont il sera le seul Dieu et où son saint nom sera seul adoré (604), son sépulcre glorifié et sa croix invoquée (605).

« C'est ce jour, *diem meum*, qui luit sur nos têtes depuis dix-huit siècles, qu'Abraham a désiré voir et qu'Abraham a vu (606) ; et le premier homme a vu la première lueur de ce jour dans la première promesse d'un rédempteur, à lui faite à la naissance de ce septième jour sanctifié par cette promesse, et dont notre septième jour hebdomadaire est le signe représentatif, de même que nos six jours sont les commémoratifs perpétuels des six jours qui ont précédé l'ordre actuel, qui ont précédé le jour de la révélation faite à l'homme prévaricateur, à Adam, à Abraham, à tous les patriarches ; le jour qu'avec Abraham et tous les patriarches nous nous réjouissons de voir, *vidit et gavisus est*, ce jour enfin que l'Homme-Dieu a appelé son jour : *diem meum*, et qui ne doit prendre fin, comme il nous en assure lui-même, qu'après que la bonne nouvelle de son règne de miséricorde aura été annoncée à tous les peuples de la terre, *et tunc veniet consummatio* (607).

« Puis, selon les prophètes de la Loi évangélique, les hommes rendront gloire et hommage à l'envoyé de Dieu pendant toute la durée de ce jour, jusqu'au *jour de l'éternité* (608), jusqu'à ce *grand jour* de la manifestation de sa toute-puissance (609), qui sera le *grand jour* de la confusion de ceux qui l'auront méconnu (610), et de tous ceux qui ont été réservés pour faire éclater la justice divine pendant ce *grand jour de l'éternité* (611).

« Disons donc, avec les docteurs de l'Eglise, qu'il nous est absolument impossible d'apprécier la nature ou de déterminer la durée des temps de la création, ou des jours génésiaques qui ont précédé l'époque actuelle, *illum diem, vel illos dies, qui ejus repetitione numerati sunt, in hac nostra mortalitate terrena, experiri ac sentire non possumus ;* que nous savons seulement, d'une certitude qui exclut jusqu'au moindre doute, *minime dubitemus*, que les jours énumérés dans la *Genèse* ont été entièrement différents, *longe aliter*, des jours qui composent, dans la période actuelle, les semaines, les mois et les années ; enfin tout à fait dissemblables aux jours que nous connaissons, *non eos illis (qui agunt hebdomadam) similes, sed multum impares minime dubitemus* (612).

« Disons avec les docteurs de l'Eglise, que ces jours de la *Genèse* sont autant d'ordres d'origine et de nature, et non de temps ou de durée qu'il nous soit possible de mesurer, *non durationis ordinem, sed solum originis et naturæ* (613), autant d'ordres d'exécu-

(603) *De Gen. ad litter.*, l. IV, c. 18. — *Confess.*, l. XIII, c. 35, 36.

(604) *Et erit dies una, quæ nota est Domino, non dies neque nox, et in tempore vesperi erit lux et erit in die illa. Exibunt aquæ vivæ de Jerusalem, medium earum ad mare orientale, et medium earum ad mare novissimum in æstate et in hieme erunt. Et erit Deus rex super omnem terram, in die illa erit Dominus unus, et erit nomen ejus unum.* (*Zachar.* XIV, 7, 8, 9.)

(605) *In die illa, radix Jesse qui stat in signum populorum, ipsum gentes deprecabuntur et erit sepulcrum ejus gloriosum ; et erit in die illa.* (*Isai.* II, 16.)

(606) *Abraham pater vester exsultavit ut videret diem meum, vidit et gavisus est.* (*Joan.* VIII, 56.)

(607) *Et prædicabitur hoc evangelium regni in universo orbe, in testimonium omnibus gentibus, et tunc veniet consummatio.* (*Matth.* XXIV, 14.)

(608) *Ipsi gloria et nunc et in diem æternitatis.* (*II Petr.* III, 18.)

(609) *Ad diem magnum omnipotentis Dei.* (*Apoc.* XVI, 14.)

(610) *Absconditenos a facie sedentis super thronum et ab ira Agni, quoniam venit dies magnus iræ ipsorum.* (*Apoc.* VI, 16, 17.)

(611) *In judicium magni diei vinculis æternis sub caligine reservavit.* (*Jud.* 6.)

(612) *Vid.* saint AUGUST., *De Gen. ad litter.*, c. 27 et c. 18, 26. — *De civit. Dei*, l. I, c. 6.

Vid. et ORIGEN., *De principiis*, l. IV, n° 16. — *Contra Celsum*, l. IV, n°s 50, 55. — S. ATHANAS. *Contra Arian.*, n° 60.

(613) « In omnibus his operibus non ponit dura-

tion des lois imposées par la volonté divine à la matière de la création, *rerum omnium occasiones, causas et potestates a Deo confectas* (614); et que, si l'ordre actuel des choses n'existe que depuis six ou sept mille ans, cet ordre des choses de notre monde a été précédé de siècles de temps comparables seulement aux siècles ou aux temps de l'éternité, *sex millia necdum nostri orbis implentur anni, et quantas prius æternitates, quanta tempora, quantas sæculorum origines fuisse arbitrandum est* (615).

« Ou bien, disons avec les savants du siècle, « que nous n'avons aucun moyen d'ap- « précier la durée des époques dont il s'agit; « que c'est un calcul de même nature que « celui de la distance des étoiles à la terre. » Disons avec ces savants que « les six jours « de la création ne sont que les six muta- « tions par où passa la matière pour former « l'univers tel que nous le voyons aujour- « d'hui; » « qu'on ne doit y considérer que « l'ordre et la succession des créations (616); » parce que ainsi nous nous trouverons reproduire et les propres expressions de Moïse, qui appelle ces jours de la création les générations du ciel et de la terre au temps de leur formation, *istæ sunt generationes cœli et terræ quando creata sunt, in die quo fecit Dominus Deus cœlum et terram*, et les expressions des autres prophètes qui nomment ces mêmes jours un temps éternel : *præparavit terram in æterno tempore* (*Bar.* III, 32).

« Ce sont ces jours dont il est impossible à des êtres qui ne vivent qu'un instant, *in hac nostra mortalitate terrena*, de comprendre la valeur ou de déterminer la durée, ce sont ces jours si différents de nos journées que Bossuet, dans l'impuissance où il se trouve d'en spécifier la nature, désigne par le nom de PROGRÈS : « Dieu, dit Bossuet, « après avoir fait d'abord comme le fond du « monde, en a voulu faire l'ornement avec « *six différents progrès* qu'il a voulu appeler « six jours (617). »

« Mais qui nous dira l'étendue de ces progrès, qui nous dira la durée incommensurable de ces « six époques de la nature (618), » de ces phases de la création, de chacune de ces générations du ciel et de la terre? Qui nous fera connaître la valeur des jours de CELUI devant lequel, selon le langage de l'Ecriture, mille ans sont comme un jour, comme une heure, comme un instant insaisissable, comme un pur néant (619); la nature ou la valeur des jours de CELUI qui s'appelle l'Ancien des jours ou l'Eternel, *Antiquus dierum* (*Dan.* VII, 9), et dont les jours sont des jours de l'éternité, *et egressus ejus ab initio, a diebus æternitatis?* (*Mich.* V, 2.) » *Voy.* DELUC.

JURASSIQUES (TERRAINS). — Troisième grande époque du monde animé. Ces terrains tirent leur nom de la chaîne du Jura, quoiqu'ils y montrent un moins beau développement que sur le versant occidental des Vosges et du plateau central de la France. Nous comprenons, sous le nom de *terrains jurassiques*, tous les étages, depuis et y compris les grès inférieurs du lias et le lias inférieur (étage sinémurien), jusque et y compris l'étage portlandien; mais non le *Purbec*, le *Wealde-Clay* des Anglais. La série complète de tous les étages se voit du versant occidental des Alpes à Vassy (Haute-Marne).

La France nous donne peut-être le plus bel ensemble de ces terrains, comme le démontrent si bien les beaux travaux de MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy, résumés dans leur magnifique carte géologique de France. On les trouve dans les bassins parisien, pyrénéen et méditerranéen.

En Angleterre, les terrains jurassiques ne sont pas moins bien développés qu'en France; ils forment, en effet, une large bande, qui part de Lyme-Regis (Dorsetshire), et traverse toute l'Angleterre, au nord-nord-est, jusqu'au Yorkshire. Ils couvrent divers points de l'Espagne, du Portugal, de l'Italie, du Piémont, de la Suisse, de l'Allemagne, de Luxembourg, de la Souabe, du Wurtemberg, de la Westphalie, de la Saxe, de la Bavière, etc. Ils commencent dans l'Asie mineure, se montrent dans la Crimée, couvrent le centre de la Russie et vont de là jusqu'à la mer Glaciale, des deux côtés des monts Ourals. On les connaît dans l'Amérique du nord, dans la province d'Indiana; dans l'Amérique méridionale, à la Cordillère de Coquimbo (Chili). Grâce aux recherches de l'infortuné Jacquemont et de M. Grant, on les a retrouvés dans l'Himalaya et dans la province du Cutsch (Indes orientales).

En résumé, nous connaissons aujourd'hui les terrains jurassiques sous la zone torride; au sud, jusqu'au 30e degré, et au nord, du 7e jusqu'au 68e degré de latitude. Les points où ils se montrent répartis comme des jalons d'attente à la surface du globe, nous prouvent qu'on les retrouvera sur beaucoup d'autres lieux de l'Asie et de l'Afrique, où

tionis ordinem, sed solum originis et naturæ. » (S. THOM., I, p. 9, I, *in corp. art.*)

(614) *In principio igitur mundum esse conditum dicens, significat rerum omnium occasiones, causas et potestates à Deo fuisse confectas.* (S. GREGOR. NYSS. in *Hexam.*)

(615) On verra ailleurs combien M. Jéhan a eu tort de vouloir approprier à son hypothèse d'une création antégénésiaque ce texte qu'il cite de saint Jérôme, dans son *Nouveau Traité des sciences gélog.* p. 358, 2e édit. (*a*).

(616) *Histoire critiq. de la philos.*, t. Ier, p. 182. — *Examen de l'œuvre des six jours*, par M. DE FÉRUSSAC. — *Bulletin universel.*

(617) *Elévations sur la création; Elév. sur les six jours.*

(618) M. CAHEN, *Manuel d'Histoire univers.*

(619) *Mille anni ante oculos tuos tanquam dies hesterna quæ præteriit, et custodia in nocte, quæ pro nihilo habentur* (*Ps.* LXXXIX, 4).

(*a*) Nous n'avons pu découvrir dans le livre de M. Godefroy l'endroit où ce fait nous est montré. (*Note de M.* JEHAN.)

n'ont pas encore pénétré les investigations géologiques. Quoi qu'il en soit, ces points isolés, disséminés à des distances considérables les uns des autres, sont, dans l'état actuel de nos connaissances géologiques, d'un immense intérêt, puisqu'ils établissent que ces terrains, comme nous l'avons trouvé pour les deux groupes précédents, ne sont pas des dépôts partiels, mais qu'ils dépendent d'une troisième grande époque géologique, qui s'est manifestée sur toute notre planète à la fois.

« Beaucoup de divisions ont déjà été proposées pour les terrains jurassiques, les unes déduites des caractères minéralogiques des couches, les autres basées sur la présence de tel ou tel fossile dominant, quelques-unes mêmes sur la couleur de la roche (le lias, le jura brun et le jura blanc des Allemands), ou seulement en quatre parties (le lias, l'oolithe inférieur, l'oolithe moyen et l'oolithe supérieur). Rien de plus commode quelquefois que ces termes vagues, d'inférieur, de moyen, et de supérieur; car ils n'obligent à aucune limite réelle et ne compromettent nullement ceux qui s'en servent; mais, dans l'état actuel de la science, il faut plus de précision. Nous ne chercherons pas à discuter ici la valeur des coupes établies dans les méthodes; toutes, lorsqu'elles sont dues à l'observation immédiate, et non aux idées théoriques, offrent des faits partiels ou généraux d'un grand intérêt; néanmoins, quand il s'agit de les coordonner, on se trouve de suite arrêté. Comment grouper des faits basés sur la composition minéralogique seulement, quand on a vu, par l'étude des causes actuelles, que ces limites sont tout à fait illusoires? (*Voy.* Couches sédimentaires.) D'un autre côté, comment oser se fier aux nomenclatures des fossiles indiqués dans une série quelconque de couches, quand on voit la détermination de ces fossiles si légèrement faite par les auteurs, qu'il faut souvent en retrancher la moitié? Il devient donc impossible d'établir actuellement une concordance parfaite entre les éléments hétérogènes inscrits dans les annales de la science géologique. Devant ces difficultés insurmontables, nous n'avons trouvé qu'une solution possible : c'était d'interroger la nature elle-même. Nos premières observations sur le sol de la France nous ont fait reconnaître qu'en remontant ou descendant la série des couches sur des points éloignés, on trouvait partout la même succession de corps organisés fossiles, cantonnés dans les mêmes limites de hauteur géologique, quelle que fût, du reste, la composition minéralogique des couches qui les renferment. Nous avons suivi partout les horizons géologiques au pourtour des bassins, afin de séparer les simples *facies* de profondeur des âges distincts. Après un grand nombre d'années de recherches, pendant lesquelles nous ne marchions que de confirmations en confirmations, sans trouver de faits contradictoires, nous avons acquis la certitude que les terrains jurassiques s'y divisent nettement en dix étages ou zones superposées, aussi bien limités par les faunes respectives qu'ils renferment, que par les lignes de démarcation stratigraphiques relevées sur tous les points. En les suivant l'un après l'autre au pourtour des bassins, nous avons reconnu qu'ils ne se confondent sur aucun point, et qu'ils représentent bien autant d'époques géologiques distinctes, succédant les unes aux autres dans un ordre constant et régulier. Nous nous sommes ensuite assuré que ces déviations étaient les mêmes, sur toutes les parties du globe étudiées jusqu'à ce jour, et qu'elles étaient dès lors l'expression des grands faits géologiques qui se sont succédé pendant cette longue période.

« Ces divisions, en commençant par les plus inférieures, sont les suivantes : étages *sinémurien*, *liaisien*, *toarcien*, *bajocien*, *bathonien*, *callovien*, *oxfordien*, *corallien*, *kimméridgien* et *portlandien*. On verra par la synonymie de chacun d'eux que plusieurs avaient été parfaitement sentis, surtout par les géologues anglais, qui, dans leurs divisions, ont toujours tenu plus de compte des caractères paléontologiques; tandis que ces divisions souvent méconnues ailleurs, par suite de préoccupations minéralogiques et de peu de valeur qu'on accordait aux fossiles, ont amené beaucoup de rapprochements fautifs avec ces coupes anglaises. On trouvera peut-être ces divisions trop nombreuses; mais, comme nous venons de le dire, elles sont l'expression des limites tracées par la nature et n'ont rien d'arbitraire. Elles ont toutes une égale valeur, une égale importance. Il faut ou les adopter toutes sans exception, ou les supprimer entièrement, pour ne faire des diverses époques qui se sont succédé dans les terrains jurassiques, qu'un seul tout qui serait trop monstrueux. Il est certain que les étages, tels que les donnent la superposition rigoureuse et la limite des faunes qu'ils renferment, sont aussi tranchés dans les terrains jurassiques que le sont, par exemple, les étages silurien, devonien et carbonifèrien dans les terrains paléozoïques (620). »

Puissance des étages.—Voici le résumé que nous donnent, à cet égard, tous les étages.

Etage portlandien	60 mètres.
— kimméridgien	150
— corrallien	300
— oxfordien	150
— callovien	150
— bathonien	60
— bajocien	60
— toarcien	150
— liaisien	150
— sinémurien	300
Total.	1530 mètres environ.

En indiquant ces chiffres, évidemment approximatifs, nous croyons être beaucoup au-dessous de la vérité, pour les Alpes, pour

(620) *Cours élém. de Paléont.*, par Alc. d'Orbigny, t. III.

le versant occidental des Vosges, et pour la suite des étages, depuis Avallon jusqu'à Tonnerre.

Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles. — Nous ne pouvons que répéter ici le résumé de ce que nous trouvons partiellement dans les étages : c'est que tous, successivement, étaient soumis aux lois physiques qui régissent la nature actuelle. A chacune de ces époques, il y avait des continents, des mers. Ces mers avaient, comme aujourd'hui, des parties littorales, des parties sous-marines voisines des côtes, des parties sous-marines profondes, avec des animaux propres à chacune de ces zones en particulier. Ces mers avaient des courants sous-marins, des côtes battues de la vague et des golfes tranquilles, identiques à ce qui existe actuellement. La nature des sédiments et des coquilles qu'ils renferment, nous donne encore la certitude que, pendant cette longue période de terrains jurassiques, il existait de fréquentes oscillations du sol, analogues à ce qui existe dans le nord de l'Europe. Cela est surtout prouvé par la superposition, les uns sur les autres, de dépôts côtiers des étages toarcien, bajocien, bathonien, callovien et oxfordien, à Chaudon (Basses-Alpes).

Caractères paléontologiques. — Cherchons d'abord les caractères qui peuvent distinguer ces terrains des grandes périodes précédentes et de celle qui l'a suivie.

L'absence totale, dans les terrains jurassiques, des 42 genres qui étaient positifs pour les terrains triasiques en fait autant de caractères négatifs qu'on peut invoquer pour distinguer celui-ci.

Les terrains jurassiques se distinguent des terrains crétacés par tous les genres qui, d'après les recherches actuelles, n'existaient pas encore dans cette période et ne sont nés que postérieurement, avec la période crétacée. Ces genres ont la répartition suivante dans les classes animales : parmi les oiseaux, 3 genres ; parmi les reptiles, 9 genres; parmi les poissons, 30 genres ; parmi les crustacés, 5 genres ; parmi les mollusques céphalopodes, 9 genres ; parmi les mollusques gastéropodes, 26 genres ; parmi les mollusques brachiopodes, 12 genres ; parmi les mollusques bryozoaires, 21 genres ; parmi les échinodermes, 35 genres ; parmi les zoophytes ou polypiers, 56 genres; parmi les foraminifères, 29 genres ; parmi les amorphozoaires, 18 genres. Nous avons donc 268 genres parus postérieurement aux terrains jurassiques et pouvant dès lors servir de caractères négatifs, le manque complet de 33 ordres d'animaux.

En résumé, pour distinguer les terrains jurassiques des périodes supérieures ou inférieures, nous avons 1077 genres pouvant donner des caractères négatifs.

Pour distinguer les terrains jurassiques des terrains triasiques, nous avons les 292 genres donnés à ces derniers terrains comme négatifs et qui deviennent ici très-positifs, attendu qu'ils commencent seulement avec les terrains jurassiques et sont encore inconnus à l'époque antérieure, au moins dans l'état actuel des recherches.

La période jurassique se distingue des terrains crétacés par tous les genres nés et éteints dans cette période, ainsi que par ceux qui, nés antérieurement, s'y sont également éteints, sans passer aux terrains crétacés. Ils forment un total de 184 genres ensevelis pour toujours dans les terrains jurassiques.

La combinaison de 304 genres pouvant donner des caractères négatifs avec les terrains immédiatement supérieurs et inférieurs, joints aux 292 genres positifs donnant également des caractères distinctifs avec ces terrains, vient nous donner le *facies* d'ensemble zoologique de chacun en particulier. La faune de la période jurassique a son cachet tout à fait spécial, consistant en la présence de ce nombre considérable de formes spéciales de tous les ordres d'animaux. Néanmoins, malgré les différences qui l'en distinguent, elle forme un ensemble zoologique intermédiaire entre les terrains triasiques et crétacés, aussi bien par ses caractères que par sa superposition.

Ajoutons aux caractères stratigraphiques donnés par genres, les caractères plus multipliés encore que présentent les espèces. Les terrains jurassiques se distinguent en effet des périodes supérieures et inférieures, indépendamment de près de 600 espèces d'animaux vertébrés et annelés par le nombre énorme de 3,717 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Ces espèces sont ainsi distribuées dans les étages, en commençant par les plus inférieurs.

ETAGES.	Espèces rencontrées dans deux ou trois étages à la fois.	Espèces spéciales à un seul étage.	Totaux.
Sinémurien,	1	173	174
Liasien,	1	300	301
Toarcien,	»	288	288
Bajocien,	7	596	603
Bathonien,	11	535	546
Callovien,	26	255	281
Oxfordien,	37	702	739
Corallien,	27	628	655
Kimméridgien,	16	183	199
Portlandien,	3	57	60
	129	3 717	3,846
Nombre réel des espèces communes après la suppression des chiffres répétés,	56		

En résumé, comme on peut en juger par le tableau précédent, et par les détails spéciaux qu'on trouvera aux étages, où nous avons donné le résultat consciencieux de tous les faits bien constatés, on peut en déduire :

1° Qu'il existe dans les terrains jurassiques plus de 4,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et postérieures.

2° Que ce nombre se divise en 10 zones superposées formant, dans l'ensemble des terrains jurassiques, autant de faunes chronologiques, ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres.

3° Que chaque zone a montré encore une faune spéciale distincte de celle des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

4° Que les espèces qui se trouvent, par accident ou autrement, dans deux ou plusieurs de ces étages à la fois, et dont on a exagéré le nombre d'après de fausses données, ne s'élèvent en réalité, d'après les recherches actuelles, par rapport aux espèces spéciales, qu'à 1 1/2 pour 100; chiffre trop peu important pour changer en rien les résultats propres aux faunes spéciales successives.

La présence, pendant cette période, des mêmes genres et des mêmes espèces d'animaux, depuis la zone torride jusqu'au cercle polaire, prouverait que la température était uniforme sur le globe, par suite de la chaleur centrale, et qu'aucune ligne isotherme n'existait encore sur le globe. La composition de ces faunes démontrerait aussi qu'elle était analogue aux faunes tropicales actuelles.

Les oscillations du sol sont on ne peut plus marquées durant les terrains jurassiques. Leurs traces sont surtout visibles par les lignes littorales superposées de quelques points.

A dix reprises successives, des perturbations géologiques, plus énergiques que les oscillations, sont venues interrompre l'animation de la terre et des mers à détruire presque tous les êtres. Après chacune de ces grandes catastrophes de la terre, le calme est revenu ; de nouveau, toute la nature a été repeuplée de ses plantes et de ses animaux. A chaque fois, si les genres sont en partie restés les mêmes, les espèces ont entièrement changé, ainsi qu'on peut le voir par les faunes respectives.

Quelques auteurs font surgir, pendant cette période les roches plutoniennes qui dépendent des basaltes, des porphyres pyroxéniques, et même des granits. M. Cordier ne paraît pas l'admettre.

K

KASWINI. *Voy.* Géologie.

KEPLER, belle prière. *Voy.* Buckland.

KEUPER. *Voy.* Saliférien.

KIMMÉRIDGIEN (Étage). — Neuvième étage des terrains jurassiques et le quinzième de l'échelle totale des formations géologiques. Ce nom dérive de celui de la ville de *Kimméridge*, où, en Angleterre, a été décrit le premier type de cette période géologique ; c'est l'*étage supérieur du système oolithique*, l'*argile* d'*Honfleur*, le *Portland-stone* des Anglais, etc.

Le grand nombre de points où l'étage qui nous occupe a été rencontré dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen, doit nous faire croire qu'il s'est déposé partout avec régularité sur l'étage corallien, et que, s'il ne se voit pas sur tous les points, c'est par suite de changements de niveau postérieurs ; qu'il a été recouvert par des étages crétacés et tertiaires, ou qu'il a subi des dénudations partielles. Autour du bassin anglo-parisien, il se montre avec un grand développement de couches.

En Angleterre, où nous trouvons la continuité du bassin anglo-parisien, l'étage forme, sur les autres terrains jurassiques, une bande qui traverse encore, du sud au nord, une grande partie de l'Angleterre.

En additionnant les couches qui composent l'étage, soit depuis Châtelaillon jusqu'à la fin du Rocher, route de Rochefort, soit depuis Villeneuve-la-Comtesse jusqu'au delà de Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure), on arrive à trouver pour puissance environ 80 mètres. A Tonnerre ou à Sainte-Colombe-en-Puisaye (Yonne), on l'a évaluée à 70 mètres. En Angleterre, on lui a reconnu jusqu'à 150 mètres.

Nous voyons au Hâvre des dépôts sous-marins formés sous l'influence d'une période d'agitation déterminée par des courants, et d'autres déposés pendant le repos prolongé : les premiers, marqués par l'assemblage des couches remplies de coquilles placées mortes où elles sont ; les autres, par des argiles où l'on retrouve beaucoup de coquilles bivalves en place dans leur portion normale d'existence. A l'île d'Oléron ce sont, au contraire, des dépôts sous-marins, formés seulement dans une période de repos. La localité la plus remarquable par les faits de ce genre qu'elle présente est, sans contredit, la pointe de Châtelaillon. Elle se compose de couches variables, épaisses, plongeant légèrement au sud. Les couches formées de bancs de calcaires marneux et d'argile, qui s'étendent à marée basse dans la mer actuelle, sont pour nous le type d'un dépôt sous-marin voisin, ou même au niveau inférieur des marées de la côte, et sous l'influence de larges perturbations na-

turelles, momentanées, démontrées par la séparation des bancs ; en effet, elles offrent partout une incroyable quantité de coquilles lamellibranches, de *pholadomya*, de *mactra*, de *ceromya*, d'*anatina*, de *thracia*, de *pinna*, etc., dans leur position normale d'existence, les unes en famille, les autres isolées. On y voit encore, par places, des centaines de *mytilus*, autour du point où elles adhéraient par leur byssus, et des groupes de *pinna* dans la position verticale. Rien n'est remarquable comme ces bancs ; on y voit les êtres marins tels qu'ils vivaient, et l'on prend, pour ainsi dire, la nature passée sur le fait de son existence, comme pour animer encore l'histoire ancienne de notre planète ; on dirait même que les dernières couches ont été recouvertes subitement par une affluence plus qu'ordinaire de sédiments, qui a tout étouffé au-dessous. En résumé, nous verrons à Châtelaillon des dépôts littoraux succéder à des dépôts côtiers sous-marins qui indiqueraient un relèvement lent de ces côtes, déterminé par l'accumulation des dépôts, comme nous en avons signalé dans les causes actuelles ; le fait ne sera pas même exceptionnel, les couches kimméridgiennes du Calvados et de Saint-Jean-d'Angély nous montreraient un phénomène absolument semblable.

Caractères paléontologiques. — La faune de l'étage kimméridgien offre encore à côté d'une disparité presque complète des espèces, des formes génériques, voisines de la faune précédente. On reconnaît qu'elle fait partie de ce grand tout des terrains jurassiques.

Pour distinguer l'étage kimméridgien de l'époque antérieure, nous avons aujourd'hui les 40 genres qui existaient dans celle-ci, sans arriver jusqu'à cet étage. Ce résultat montre encore que les terrains jurassiques continuent leur période de décadence ; cette décadence ressort surtout de la valeur des caractères négatifs inférieurs, très-nombreux, comparés aux caractères négatifs supérieurs, presque nuls, et du peu de caractères positifs tirés des genres que nous avons à signaler.

Pour limite supérieure, nous n'avons, en effet, parmi les reptiles, que le genre *cetiosaurus*, qui, inconnu à l'état kimméridgien, se rencontrerait dans l'étage portlandien.

Pour limites avec l'étage inférieur nous avons 4 genres qui manquent encore à cette époque et ne paraissent qu'avec l'étage kimméridgien, parmi les reptiles : les genres *stenosaurus*, *streptospondylus*, *emys* et *platemys*.

Avec le genre *stenosaurus*, mentionné seulement dans l'étage kimméridgien, et qui peut être invoqué comme limite positive avec l'étage portlandien, nous avons encore les 10 genres suivants, qui s'éteignent dans l'étage kimméridgien sans passer au portlandien ; parmi les reptiles, les genres *plesiosaurus*, *teleosaurus*, *pliosaurus* ; parmi les poissons, les genres *asterocanthus*, *strophodus*, *thrissops* ; parmi les mollusques lamellibranches, les genres *posidonomya*, *ceromya* et *pinnigena* ; parmi les échinodermes, le genre *clypeus*.

Indépendamment des espèces d'animaux vertébrés et annelés, et des plantes, nous avons seulement, en animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 199 espèces. En séparant de ce nombre les 13 espèces que nous avons vues se trouver en même temps dans l'étage corallien, et les 2 espèces suivantes : *pterocera oceani*, Delabèche, et *pecten lamellosus*, Sow., qui se rencontrent dans l'étage portlandien, il restera encore 184 espèces spéciales et caractéristiques de l'étage kimméridgien.

Chronologie historique. — Avec les dernières couches de l'étage corallien restent ensevelis, pour toujours, 40 genres d'animaux qui existaient dans cette période, en même temps que 630 espèces d'animaux mollusques et rayonnés qui, avec les autres séries animales, formaient la faune de cette époque. Après ce mouvement géologique, lorsque le calme a reparu sur la terre, sont nées dans l'étage kimméridgien, avec quelques genres nouveaux, 186 espèces d'animaux mollusques et rayonnés.

Les mers, avec moins d'abondance, possédaient à peu près les mêmes genres ; seulement les espèces étaient différentes de celles de l'étage corallien. Les céphalopodes y sont peu nombreux, et les genres dominants, comme les *ceromya* et autres, dépendent principalement des lamellibranches et des gastéropodes, qui vivaient près des côtes, le plus généralement sur des sédiments fins. Ici l'on ne voit plus de récifs, et à peine quelques zoophytes viennent-ils témoigner de l'existence de cette série animale.

Les continents, indépendamment des genres d'animaux déjà cités dans les étages précédents, nourrissaient sur leurs bords maritimes quelques genres nouveaux de reptiles, tels que les sauriens : *stenosaurus*, *streptospondylus*, et des tortues des genres *emys* et *platemys*. C'est du reste, tout ce qui nous est resté de la faune terrestre de cette période, où pas une plante n'est encore connue.

KIRWAN. *Voy.* GÉOLOGIE.

KLEE (FRÉDÉRICK). Cet auteur a publié, en 1846, à Copenhague, un livre intitulé : *Le déluge, considérations géologiques et historiques sur les derniers cataclysmes du globe*, édition française, Paris, 1847. M. Klee traite, dans son livre, des matières les plus graves et les plus importantes et s'érige en réformateur universel. Son but principal, son but annoncé du moins, est l'explication du déluge.

« Dans tous les temps, dit M Godefroy, les savants ont fait les plus grands efforts pour trouver une cause physique à un événement dont ils ne pouvaient nier la réalité sans démentir la nature, qui en a partout gravé les fastes en caractères ineffaçables. Cependant une voix qui s'est fait entendre à toutes les nations assigne au déluge, et aux circonstances diverses de ce grand et terri-

ble événement des annales bibliques, une cause d'un ordre supérieur, d'un ordre tout différent de l'ordre de la nature. On sait ce qui est advenu de toutes les hypothèses proposées; et pourtant tant d'essais infructueux, tant de tentatives malheureuses n'ont pu convaincre tous ces savants de leur impuissance.

« Naguère encore un géologue, dont le nom a eu du retentissement dans la science, nous disait, avec toute l'assurance que lui inspirait la satisfaction d'avoir *résolu d'un même coup quatre ou cinq problèmes :*

« Supposons qu'un astre quelconque rencontre obliquement la terre dans son mouvement; que devra-t-il arriver? Le choc violent de l'astre fera dévier le globe terrestre, ou le fera retourner sur lui-même; son double mouvement de rotation, diurne et annuel, seront l'un et l'autre suspendus, ou ralentis un instant..... De là la dispersion des blocs erratiques, celle des dépôts caillouteux; la disparition subite d'un grand nombre d'animaux terrestres, et la présence, dans les climats froids et tempérés, des ossements de quadrupèdes dont les analogues vivants habitent les pays chauds (621). »

« Nous avons répondu à ce géologue : Si le mouvement de translation de la terre autour du soleil était suspendu un seul instant, la terre, en vertu de la force centrale, qui ne serait plus et ne pourrait plus être contrebalancée, tomberait en ligne droite sur le soleil; ainsi son mouvement de rotation, ce mouvement diurne serait suspendu pour toujours. Le double mouvement de la terre sera-t-il seulement ralenti, alors il est bien certain, puisque la terre a, non-seulement *un mouvement de rotation à l'équateur de 7 lieues par minute*, mais encore une vitesse de translation de 7 lieues par seconde ou de 412 lieues par minute, il est bien certain que notre malheureux globe serait bouleversé de fond en comble. Ce ne serait plus un déluge : il faudrait voir dans un pareil événement le chaos des poëtes et des mythologistes; ce serait alors, comme l'écrivait Lalande en 1773, *l'accomplissement des siècles et la fin du monde.* Mais nous savons maintenant que nous n'avons rien à craindre de semblable de la masse volatile et tout à fait insignifiante des comètes; car, il faut bien le dire, l'*astre quelconque* que vous invoquez, ne saurait être autre chose qu'une comète; les comètes sont évidemment les seuls astres que la terre puisse rencontrer dans sa course annuelle au tour du soleil. »

Aussi est-ce sur cette rencontre de la terre par une comète, est-ce sur un pareil déplacement de l'axe de rotation de la terre, occasionné par le choc d'une comète, que, plus récemment encore, M. de Boucheporn a essayé de fonder une *Théorie nouvelle des révolutions du globe;* et cela, parce que le calcul des probabilités lui a montré qu'en supposant dix passages annuels de comètes dans les limites de l'orbe terrestre, toutes les chances de rencontre de la terre par un de ces astres devaient être atteintes en *trois millions d'années* (622).

Rebuté par tant et de si inextricables difficultés, l'auteur étranger qui se présente aujourd'hui pour l'*explication du déluge et des phénomènes qui s'y rapportent*, emploie une autre méthode. S'il a encore recours au déplacement de l'axe de rotation de la terre, il n'attribue plus ce déplacement au choc d'une comète. Dans l'enseignement nouveau, *la cause du déplacement de l'axe, ainsi que celle du déluge, doivent être cherchées dans le développement intérieur du globe* (623).

Cette cause sera-t-elle plus facile à trouver dans cet intérieur du globe terrestre que dans le ciel des comètes? C'est ce que nous ne pouvons dire; car le savant étranger, M. Frédérick Klee, ne s'explique pas sur ce point. Ce silence est d'autant plus fâcheux et surtout d'autant plus surprenant, que l'auteur annonce que sa « théorie doit exercer une influence puissante et universelle, non-seulement sur la géologie, mais aussi sur plusieurs autres sciences, notamment sur la mythologie, sur l'histoire, sur l'astronomie, particulièrement sur la théorie exposée par Laplace quant aux mouvements des corps célestes (624). » Mais, parce que cette cause, quelle qu'elle soit, exige un effet subit, instantané, il enseigne qu'*on ne peut pas décider avec certitude :* 1° « si Noé a prévu cette catastrophe ou non; » 2° « s'il a, par cette raison, bâti un navire d'une construction particulière; » 3° « s'il s'est passé sept jours, comme le dit la Bible, avant que l'inondation atteignît la demeure de Noé; » 4° « si la pluie continuelle a duré quarante jours et quarante nuits, » etc., etc. (625).

En procédant de la sorte on devait arriver à des résultats curieux. On arrive, en effet, *à apprendre*, DU RÉCIT DE LA BIBLE MÊME, « qu'il a existé d'autres hommes sur la terre du temps d'Adam; » et même on arrive à savoir « qu'Adam, chassé d'Eden, a dû trouver la Babylonie passablement peuplée (626). » Puis *une interprétation correcte* du onzième chapitre de la *Genèse* apprend « que Babylone a été fondée déjà avant le déluge. »

Cette dernière découverte est consignée dans le chapitre intitulé : *Hypothèse que la ville de Babylone a existé avant le déluge, et que les images de l'*Apocalypse *ont été tirées de la catastrophe du déplacement de l'axe du globe, surtout de la ruine de cette ville, détruite lors de cette catastrophe.*

En outre, il est exposé dans ce chapitre, que « vraisemblablement Babylone fut la « ville la plus importante de l'état MODERNE

(621) M. N. BOUBÉE, *Géolog. élément.*
(622) Mémoire présenté à l'Académie des sciences, 8 juillet 1844. *Voy.* BOUCHEPORN.
(623) *Le Déluge*, etc., p. 116.
(624) Page 333.
(625) Page 215.
(626) Deuxième partie, chap. 3.

« des dieux ou Elohim, qui semble avoir été, « APRÈS CELUI DES ATLANTES, le plus puissant « des Etats avant le déluge ; » car, dans l'hypothèse dont il s'agit, l'*Atlantide détruite* aussi *lors de cette catastrophe, a été l'Etat civilisé le plus ancien* (627).

Voici comment tout ceci se démontre ou s'explique :

L'Europe est l'Atlantide dont parle Platon, ou, pour reproduire les propres expressions de l'auteur, « l'Atlantide des anciens est l'Europe actuelle (628). » Or, « de même « qu'on peut démontrer que, dans notre « ère, la civilisation a suivi la marche « du soleil de l'orient à l'occident, de « même elle l'a suivie avant le déplace- « ment de l'axe, en passant de l'Europe dans « l'Asie occidentale, située *alors* à peu près « à *l'occident de l'Europe*, et en s'arrêtant « aux Indes et dans la Chine, où le soleil, « pour ainsi dire, *s'est arrêté et a changé sa* « *direction* (629). »

Ce qui signifie qu'avant cette rétrogradation (car il est question ici bien moins d'un simple déplacement de l'axe que d'un détournement, d'un changement de rotation ou d'un mouvement rétrograde), l'Europe actuelle était à l'orient de l'Asie occidentale d'aujourd'hui, c'est-à-dire à l'orient de la Babylonie, et par conséquent à l'orient de la Chine, d'où la civilisation, en conséquence de la nouvelle marche ou nouvelle direction du soleil, est revenue ensuite, en repasssant par les Indes et par la Babylonie, jusque dans l'Europe actuelle, son berceau primitif; avec cette différence, néanmoins, que, cette fois, le soleil n'ayant plus changé de direction, « elle a continué sa route du côté de l'occident, en passant dans l'Amérique (630). »

Voilà pourquoi *l'Amérique, qui se développe avec une force gigantesque, passe devant l'Europe qui, en général*, ne fait plus que de lents progrès (631).

Mais, en même temps, voilà comment *il est démontré* dans la nouvelle méthode explicative, qu'à part l'Amérique, l'Atlantide ou l'Europe, le dernier des États civilisés dans l'ère actuelle, a été l'Etat civilisé le plus ancien dans l'ère antédiluvienne, et voilà comment l'Etat de ces dieux ou Elohim, dont Babylone fut la capitale où la ville la plus importante avant le déluge, a pu être appelé par l'auteur de l'explication, un ÉTAT MODERNE, comparativement à l'Atlantide ou à l'Europe de la civilisation antéadamique.

Voilà aussi, sans doute, d'où vient que les Egyptiens, qui, « probablement auront « échappé à la mort dont les menaçaient la « grande inondation, les éruptions volca- « niques et les autres phénomènes de la « nature qui ont accompagné le déplacement « de l'axe (632), » enseignaient aux Grecs de l'Europe qu'autrefois le soleil se levait à l'occident et se couchait à l'orient.

Enfin, voilà comment il se fait que « la « théorie développée dans cet écrit doit « exercer une influence puissante et uni- « verselle sur l'astronomie, particulièrement « sur la théorie exposée par Laplace quant « aux mouvements des corps célestes. »

Effectivement, cette transformation d'un mouvement de rotation primitivement dirigé d'orient en occident, ce mouvement originaire d'orient en occident transformé accidentellement en rotation d'occident en orient, renverse les principes les plus fondamentaux de l'astronomie, et avec ces principes fondamentaux, tout l'édifice cosmogonique de Laplace.

Tels sont les résultats principaux de cette INFLUENCE PUISSANTE ET UNIVERSELLE que M. Frédérick Klee promet à sa théorie explicative du déluge.

Cependant, comme l'auteur du livre que nous examinons déclare lui-même que, « tant qu'on n'aura pas reconnu la justesse « des idées principales avancées dans ce « livre, il serait hors de propos de dévelop- « per plus exactement ces différents résul- « tats (633), » nous ne nous en inquiéterons pas autrement. Et véritablement nous n'avons pas à nous préoccuper de ces résultats, puisque nous sommes en mesure de mettre le lecteur à même de juger en toute connaissance de cause de *la justesse des idées principales avancées dans ce livre*. Il nous suffira présentement, sans que nous ayons besoin de suivre plus longtemps le nouveau réformateur dans ses considérations sur le déluge de la *Genèse* et sur la Babylone de l'*Apocalypse*, considérations si différentes de celles de Calvin ou de Jurieu sur cette même Babylone de l'*Apocalypse*, il nous suffira de reproduire cette autre conclusion à laquelle est encore arrivé l'auteur de l'explication du déluge :

« Il est donc probable qu'il ne fut plus « créé d'hommes après le déluge, à moins « que ce ne soient les malheureux Papuas, « ou le peuple remarquable des Bohémiens, « dont l'apparition au milieu d'une période « historique est encore une énigme (634). »

On voit que M. Frédérick Klee a tenu tout ce que promettait cette épigraphe de son livre :

> Croire tout découvert est une erreur profonde,
> C'est prendre l'horizon pour les bornes du monde.

S'il n'a pas tenu ce que promettait le titre de ce même livre, s'il n'a pas atteint *le but principal* qu'il se proposait, l'*explication du déluge*, s'il a manqué son but, c'est qu'il est écrit dans le livre divin, que la confusion est le partage de quiconque, par mensonge ou par ignorance, contredit la parole de vérité (635).

(627) Page 311.
(628) « Je pose donc l'hypothèse géologique-historique que *l'Atlantide des anciens est l'Europe actuelle*, et que *ses habitants qui périrent par le déluge*, sont les Atlantes ou les Titans des anciens » (Pag. 229).
(629) Deuxième partie, chap. 13.
(630) Deuxième partie, chap. 13.
(631) *Ibid.*
(632) Page 311.
(633) Page 333.
(634) Page 182.
(635) *Non contradicas verbo veritatis ullo modo, et de mendacio ineruditionis tuæ confundere.*

L

LAMELLIBRANCHES ou ACÉPHALES. — Classe de mollusques à laquelle appartient l'huître. Les lamellibranches manquent de tête et sont bien plus sédentaires que les autres mollusques. Ils n'ont plus, en effet, cette légèreté, cette activité des céphalopodes; ils ne rampent même plus sur les rochers, comme les gastéropodes. Doués quelquefois de la locomotion, ils ne l'exercent que d'une manière incomplète. Ils se cachent dans le sable ou dans la vase, se déplacent en y traçant un léger sillon, s'y enfoncent plus profondément, ou creusent des cavités au sein des rochers calcaires; et dans ces deux derniers cas, ne changent pas de place. Ils se fixent encore au rocher par un byssus, ou bien y adhèrent d'une manière plus intime par leur coquille même, dont la matière calcaire s'unit au sol et résiste ainsi à la vague.

Les lamellibranches, disons-nous, manquent de tête, et dès lors sont dépourvus des organes de la vision, de l'audition et de la préhension. Ils ont une bouche sans dents, munie de lèvres charnues, tentaculaires, placées à la partie inférieure, au milieu d'un énorme manteau qui enveloppe l'animal, se divise, le plus souvent, en deux grandes lames paires susceptibles de s'ouvrir et de se fermer, et qui est presque toujours extérieurement pourvu d'une coquille calcaire *bivalve*, en faisant intimement partie et protégeant l'ensemble. En dedans de ce manteau sont les viscères, les branchies formées de chaque côté, de deux feuillets minces, régulièrement striées en long et en travers, quelquefois en avant sous deux tubes distincts, dont l'un est le *tube branchial*.

La bouche est à une extrémité; le tube anal à l'autre. Entre ces deux parties, mais plus près de la bouche, existe chez beaucoup de genres un pied unique; masse charnue, cylindrique ou comprimée, dont le mécanisme de contraction permet à ces êtres le seul mouvement dont ils sont susceptibles. Indépendamment des muscles propres au manteau, laissant des empreintes palléales sur la partie antérieure de la coquille, on voit d'une valve à l'autre, un, deux ou plusieurs muscles transverses, qui servent à les fermer; tandis que le seul effet du relâchement de ces *muscles d'attache* laisse la coquille ouverte, un *ligament* corné, élastique, placé au point d'union des deux valves, les forçant toujours à s'ouvrir. C'est la force contraire des muscles d'attache et du ligament qui, à la volonté de l'animal, ouvre et ferme la coquille.

La coquille des lamellibranches est ordinairement formée de deux pièces; quelquefois, néanmoins, elle en a plusieurs autres diversement placées sur la charnière. Cette coquille est fixée aux rochers; alors elle est irrégulière, montrant toujours son point d'attache, ou bien libre et le plus souvent symétrique. Lorsque les deux pièces ou valves sont égales, on les dit *équivalves;* lorsqu'elles sont inégales, on les dit *inéquivalves;* lorsqu'une ligne tracée à partir du crochet, au bord, peut séparer la valve en deux parties égales, elle est *équilatérale;* dans le cas où les deux côtés sont alors inégaux, elle est, au contraire, *inéquilatérale.*

« Chacun, jusqu'à présent, dit M. d'Orbigny, a représenté les coquilles de lamellibranches, suivant une position arbitraire, qualifiée, quelquefois, de position *anatomique.* Tous ceux qui ont étudié les coquilles dans leur position naturelle, ont reconnu, qu'un *solen*, une *pholas*, une *petricola* ont toujours les tubes en haut, saillants à la surface du sable ou de la roche qui, les renferme, afin de pouvoir respirer. La position anatomique, admise par quelques auteurs, renverse précisément tous les organes, de manière à placer en bas ce qui dans la station normale, est en haut, absolument comme un homme qu'on mettrait les pieds en l'air. Si, sans tenir compte de l'état normal, on suivait ainsi, dans la position des êtres, une marche purement systématique, on arriverait aux conséquences les plus disparates. Faudrait-il donc, en effet, parce que, dans la station habituelle, l'homme a la colonne vertébrale suivant une ligne verticale, et parce qu'il porte la tête à l'extrémité supérieure de cette ligne, faudrait-il, disons-nous, figurer les autres mammifères dans une position analogue? Non, et personne n'a encore songé à changer pour eux la station normale, pas plus qu'on n'a cherché à retourner un échinide, en lui mettant la bouche en haut, position contraire à la nature. Nous croyons donc qu'il faut donner aux êtres, en toute circonstance, dans les figures qui les représentent, une position analogue à celle qu'ils ont l'habitude de prendre dans les diverses phases de leur existence.

« Comme nous l'avons fait remarquer aux gastéropodes, la conchyliologie ayant été, pour ainsi dire, regardée pendant longtemps comme une branche séparée de la science qui traite de animaux mollusques, les auteurs parmi lesquels nous pourrions citer des noms très-connus, avaient cru pouvoir se dispenser même de voir la mer, avant d'écrire sur les animaux qui y vivent exclusivement, et borner leurs études à des *recherches de cabinet.* C'est ainsi qu'ils avaient cru devoir fixer arbitrairement la position d'une coquille sans consulter la nature, pour s'assurer si ce qu'ils établissaient concordait avec elle. Nous croyons donc que la position toute de convention donnée par les au-

teurs provenait de leur manque d'observation sur les êtres vivants; car personne, même les anatomistes les plus distingués dans leurs planches anatomiques, n'eût voulu changer la station normale des mammifères connue de tout le monde, pour les placer dans une position uniforme.

« Si dans beaucoup de cas la manière de représenter les êtres pouvait être indifférente, il n'en est pas ainsi pour les mollusques lamellibranches. La géologie et la paléontologie ont, en effet, le plus grand besoin de connaître parfaitement leur position normale, afin de savoir si leurs nombreux restes, qu'on rencontre dans les couches terrestres, sont encore dans cette même position, ce qui arrive fréquemment, et indique que ces êtres sont sur le point où ils ont vécu. C'est donc dans un but d'application que nous avons choisi cette position.

« Nous avons fait remarquer qu'il existait une grande disparité entre la station normale de l'homme et celle des quadrupèdes ordinaires. On en trouve encore un exemple dans la station normale des poissons formés de parties paires, comme la carpe, comparés aux poissons non symétriques, comme la sole; puisque les premiers prennent, dans la station normale, une position verticale, dans le sens de leur compression tandis que les autres sont, relativement aux premiers, couchés sur le côté. Nous insisterons sur cette comparaison, attendu que chez les lamellibranches bivalves il en est absolument de même, lorsqu'ils sont symétriques ou non symétriques. »

Coquilles symétriques. Chaque fois qu'une coquille bivalve est tout à fait symétrique dans ses parties, qu'elle est équivalve, on peut dire, *a priori*, que sa position normale est verticale ou presque verticale, dans le sens de la longueur. Les genres *solen*, *mya*, *lutraria*, *petricola*, *panopæa*, etc., dont la forme est la plus allongée, en sont des exemples. Ordinairement très-enfoncés soit dans le sable, soit dans la vase, où leurs tubes exécutent sans cesse un mouvement de va-et-vient pour arriver à la surface, leur position est tout à fait perpendiculaire.

Lorsque la coquille, également allongée, se creuse un trou dans la pierre, ainsi qu'on le voit pour les genres *pholas*, *lithodomus*, *petricola*, *clavagella*, etc., la coquille est encore perpendiculaire, les tubes en haut, la bouche en bas.

Lorsqu'une coquille libre, symétrique, est plus ou moins ovale ou arrondie, comme celle des genres *venus*, *cardium*, *tellina*, *nucula*, *pectunculus*, *arca*, *unio*, *anodonta*, *mactra*, *donax*, *cyclas*, elle est encore verticale, les tubes en haut et la bouche en bas, mais quelquefois elle s'incline un peu de côté.

Pourvues d'un byssus qui les fixe au rocher, les coquilles symétriques ont des positions peu différentes : chez les *arca*, les *cardita*, elles se fixent de manière à conserver la même attitude que les *petricola* à l'état libre; chez les les *mytilus*, les *pinna*, la position varie, le crochet de la coquille étant alors placé en bas, au lieu de se trouver sur le côté, et la partie baillante des valves en haut. Dans ce cas, néanmoins, l'animal est dans la même position relative, en ce que la bouche est toujours en bas et l'anus en haut.

Coquilles non symétriques. Si, *a priori*, une coquille bivalve, symétrique dans ses parties, annonce une station normale verticale, dans le sens du grand diamètre, on est également certain que toutes les coquilles bivalves non symétriques ont parmi les mollusques, une position naturelle tout à fait distincte et analogue à celle des soles, ou mieux, des pleuronectes par rapport à la carpe ou aux autres poissons; c'est-à-dire que l'*animal*, ou la coquille, au lieu de présenter les parties paires, ou la ligne de séparation de ses deux lobes du manteau, et des valves, suivant une verticale, les montre dans une direction horizontale; ainsi dans la station normale, les coquilles non symétriques sont, relativement aux autres, comme si elles étaient couchées sur le côté. Il y n'a plus chez elles de *valve droite* et de *valve gauche*, comme on peut le dire de tous les genres de coquilles symétriques; mais il y aura toujours alors une *valve supérieure* et une *valve inférieure*.

A l'exception de la *corbula*, anomale parmi les coquilles libres, vu son irrégularité (quoique sa station normale soit verticale), tous les autres bivalves non symétriques sont fixes, soit au moyen d'un byssus, soit par la coquille elle-même.

Lorsqu'elles sont fixées par un byssus, elles sont beaucoup moins irrégulières; et il faut quelquefois un examen scrupuleux pour découvrir les différences d'une valve à l'autre.

Lorsqu'au contraire la coquille est fixée au sol, ou aux corps sous-marins par la matière calcaire de la coquille elle-même, non-seulement les deux valves supérieures et inférieures sont très-inégales, mais encore ces coquilles, étant contraintes à se conformer, pour leur accroissement, à l'espace qui leur est échu, on les voit, soit en se moulant sur les corps où elles sont parasites, soit en se modifiant suivant les conditions d'existence où elles se trouvent, changer tellement de forme et d'aspect chez les divers individus d'une même espèce, qu'il faut oublier tout à fait les limites ordinaires de variation et leur faire une part beaucoup plus large, quant aux caractères spécifiques, comme il arrive pour les genres *chama*, *spondylus*, *plicatula*, et surtout *ostrea*.

En résumé, la station normale des coquilles de mollusques acéphales est verticale, les tubes en haut, la bouche en bas, chez toutes les bivalves symétriques; tandis qu'elle est horizontale, la bouche d'un côté et l'anus de l'autre, chez toutes les coquilles non symétriques. Dans le premier cas, il y aura une *valve droite* et une *valve gauche*,

dans l'autre une *valve supérieure* et une *valve inférieure*.

La répartition des genres et des espèces de lamellibranches à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, démontre que cette division des mollusques s'est montrée déjà nombreuse avec le commencement du monde animé, et qu'elle a toujours été en progression croissante jusqu'à l'époque actuelle. Ici, comme pour les gastéropodes, les genres qui restent en arrière, dans cette marche toujours croissante, sont loin d'être aussi nombreux que ceux qui persistent; ainsi, c'est encore la série animale qui montre le plus de régularité dans la multiplicité des formes de plus en plus grande, en remontant des âges les plus anciens jusqu'à notre époque.

Les orthoconques sinupalléales, dont dépendent la *clovis* (vénus), le *solen*, ont montré déjà quatre genres avec l'étage silurien, le premier des âges animés. De là, sans interruption, leurs genres vont en augmentant de nombre jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont à leur maximum de développement. Cette série a donc augmenté progressivement ses formes d'une manière régulière, et elle est encore en pleine voie croissante de développement générique.

Les orthoconques intégropalléales, dont dépend l'*anodonte* ou la *moule des étangs*, ont offert cinq genres avec la première animalisation du globe, à l'étage silurien. Ils ont suivi, après, la même marche croissante que l'ordre précédent et avec la même régularité jusqu'à l'époque actuelle où ils sont à leur maximum de développement générique. Ils sont donc toujours en voie croissante.

Les *pleuroconques*, dont dépend l'*huître* comestible, offrent deux genres avec l'étage silurien, la première des zones animées; et, comme les deux ordres, ils vont en progression croissante régulière de nombre de genres jusqu'à l'époque actuelle, où ils atteignent leur maximum de développement.

Il résulte de l'examen qui précède, que, bien qu'ils soient à des degrés très-différents de perfectionnement dans leurs caractères, les trois ordres de lamellibranches ont suivi une marche identiquement parallèle, dans le développement toujours croissant de leurs formes génériques, jusqu'à notre époque, où ils sont plus nombreux qu'ils ne l'ont jamais été.

Déductions zoologiques générales. — Comparés dans leur ensemble numérique sans avoir égard aux ordres, les genres de lamellibranches mènent nécessairement encore aux mêmes conclusions. Ils montrent 11 genres avec l'étage silurien, le premier de l'animalisation du globe; 23 genres dans les terrains paléozoïques; 27 dans les terrains triasiques; 52 dans les terrains jurassiques; 59 dans les terrains crétacés; 67 dans les terrains tertiaires, tandis qu'on en compte plus de 75 dans les mers actuelles; ainsi nul doute que, soit d'après les ordres, soit dans leur ensemble, les genres de lamellibranches se sont, depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, toujours augmentés d'une manière régulière.

Déductions climatologiques comparées. — Nous pouvons ici répéter la même conclusion que pour les autres séries animales : c'est que la distribution climatologique ancienne, même jusqu'à l'époque qui nous a précédés sur le globe, ne suit, en aucune manière, la répartition actuelle. Ainsi dans nos mers les genres *avicula, perna, plicatula, crassatella, capsa, aspergillum*, etc., sont spéciaux seulement aux régions tropicales, tandis que nous les trouvons dans les couches géologiques, même les plus rapprochées de nous, dans toutes les parties de l'Europe, jusque très-loin vers lenord. Encore ici une preuve que, par suite de la chaleur centrale, le globe terrestre a assez de chaleur propre pour neutraliser tout à fait l'action des zones isothermes de température

Déductions géographiques comparées. — Les genres *trigonia, tridacna* et *corbis*, par exemple, se trouvent aujourd'hui exclusivement dans les régions chaudes du Grand Océan, en Océanie et dans l'Inde. On rencontre les fossiles des *trigonia* en Amérique, en Afrique et dans toute l'Europe; des *corbis*, dans toutes les parties de l'Europe; des *tridacna*, en Pologne. On voit, dès lors, que la distribution géographique ancienne des lamellibranches, comparée à leur distribution actuelle, montre qu'il n'y a aucun rapport. Ainsi la distribution actuelle est toute spéciale à notre époque, et ne se rattache nullement à des questions générales de cantonnement ancien et persistant à la surface du globe.

Nous ajouterons ici une comparaison qui tient aux habitudes et à l'organisation des mollusques. Nous voulons parler des genres spéciaux à l'eau douce, comme les *unio*, les *anodontes;* nous dirons encore, ainsi qu'aux gastéropodes, qu'à l'exception des *cyclas*, dont une partie est marine, et de quelques *unio*, propres à l'étage néocomien, tous les autres genres commencent avec le premier étage tertiaire

Déductions géologiques tirées des genres. — *Les caractères stratigraphiques négatifs* sont on ne peut plus tranchés pour ces mollusques lamellibranches. En effet, à l'exception des 7 genres qui traversent tous les étages, les 92 autres étant limités dans leurs étages, peuvent être appliqués comme caractères négatifs, pour les terrains ou les étages, soit supérieurs, soit inférieurs, où ils ne se sont pas encore rencontrés. Ainsi 66 genres peuvent servir de caractères négatifs pour les terrains paléozoïques où ils manquent, et il en est de même pour tous les autres.

Les *caractères stratigraphiques positifs* sont très-marqués pour les lamellibranches suivant l'extension qu'ils occupent dans les étages géologiques; ils le sont d'autant plus, qu'à l'exception de 7, les 92 autres sont

limités dans leurs étages et peuvent servir de caractères positifs pour les étages où ils se trouvent, et cela d'autant mieux que, parmi eux, 25 n'arrivent pas jusqu'à nous et sont perdus pour l'époque actuelle.

La *persistance des caractères positifs* est très-marquée dans cette série animale, comme on peut le voir pour les genres *avicula, lucina, mitylus, pecten, lima, plicatula, venus, spondylus, chema, amphidesma*, etc., etc.

Pour les *déductions géologiques tirées des espèces*, nous pouvons dire, qu'à très-peu d'exceptions près, les 5,301 espèces connues sont caractéristiques de leurs étages et peuvent les faire reconnaître sous les diverses formes minéralogiques qu'ils montreront suivant les lieux.

LAMENNAIS, *opinion sur la force de répulsion.* — *Voy.* LAPLACE.

LAPLACE (Marquis de). — Quelqu'un a dit plaisamment, en parlant de tous les systèmes imaginés pour expliquer la formation de la terre : *L'astronome se figure la terre comme une nébuleuse condensée; le chimiste y voit une boule de potassium et de silicium oxydés; l'électromagnétiste se plaît à y découvrir l'analogue d'une batterie galvanique; le zoologiste ne manque pas d'y reconnaître un énorme animal, un être ayant vie, dont les volcans sont les narines, dont les laves sont le sang et dont les tremblements de terre sont les battements artériels.*

On ne s'est pas contenté d'inventer une foule d'hypothèses sur la formation de notre planète ; les savants en ont imaginé un grand nombre, qui embrassent la formation non-seulement de notre système solaire, mais de l'univers lui-même tout entier. Nous n'avons pas l'intention d'entrer dans aucun détail au sujet des romanesques inventions qui ont été proposées dans les XVII^e^ et XVIII^e^ siècles, sous le nom pompeux de théories de l'univers, avant que les découvertes scientifiques soient venues donner au moins une ombre de vraisemblance à ce qui a été tenté de notre temps dans ce genre de hautes spéculations. Il est juste de ne pas confondre les théories admises aujourd'hui dans la science avec les hypothèses qui ont été proposées avant qu'aucune observation exacte les justifiât.

Nous ne nommons Buffon que pour rappeler la réfutation que Laplace a faite de son système. En vertu des premiers principes de la mécanique, il est démontré que si les planètes étaient sorties du soleil, soit par le choc d'une comète, comme le prétend Buffon, soit par une force intérieure inhérente à sa masse incandescente, comme le soutiennent des géologues plus modernes, elles reviendraient toutes raser sa surface à chacune de leurs révolutions, et ne pourraient jamais circuler dans des ellipses comme celles que nous leur connaissons.

Quant à la théorie de Laplace, elle est devenue fameuse. Ce n'est pas Laplace qui l'a inventée, mais il l'a développée avec une grande habileté et appliquée à notre système planétaire. Elle a été acceptée plus ou moins complétement par tous les savants qui se sont occupés des questions d'origine, comme Lamarck, Geoffroy-Saint-Hilaire, etc., etc. L'idée première de cette hypothèse cosmogonique appartient à W. Herschell. L'illustre astronome anglais y fut conduit par ses recherches sur les *nébuleuses*, recherches qui ont pris une grande extension par les travaux de son fils.

Cette conception consiste à admettre qu'il existait *au commencement*, dans le *principe*, c'est-à-dire après que Dieu l'eut créée (636), une matière disséminée dans l'espace à l'état de molécules plus petites que toute quantité donnée, soumise à deux forces simultanées, l'attraction et la répulsion, et qui, condensée par le refroidissement, aurait formé tous les corps célestes, y compris les *nébuleuses*, qui ne seraient autre chose que cette matière diffuse se condensant pour former maintenant encore des soleils nouveaux.

Laplace, s'emparant de ces données, dans sa *Mécanique céleste*, appliqua la théorie herschélienne à la formation de notre système planétaire. Cette application parut d'autant plus plausible qu'elle a le mérite de ne mettre en jeu, pour opérer la formation de notre monde, que deux agents les plus simples et les plus généraux, que nous présente sans cesse l'ensemble de nos études naturelles, la pesanteur et la chaleur. Laplace s'efforce, dans l'hypothèse cosmogonique qu'il développe, d'expliquer les circonstances générales qui caractérisent la constitution de notre système solaire ; telles que l'identité de la direction de toutes les circulations des planètes d'occident en orient, l'identité de toutes leurs gyrations dans le même sens ; la constance du même phénomène et dans la circulation orbitaire et dans la gyration des satellites ; la faible excentricité des orbites des planètes et de leurs satellites, alors que toutes les courbes ellipsoïdales sont également possibles ; enfin, l'inclinaison peu considérable des plans orbitaires sur le plan de l'équateur solaire (637).

Une fois notre soleil formé par la condensation de la matière diffuse et phosphorescente d'une immense nébuleuse, Laplace détache successivement de son atmosphère, supposée primitivement étendue jusqu'aux limites de notre monde, chacune des pla-

(636) C'est ce qu'il faut forcément reconnaître et proclamer hautement ; car, nier cette création et admettre un *commencement*, un *principe*, c'est, ainsi que nous l'avons démontré, un non-sens, une impossibilité. *Voy.* GENÈSE MATÉRIALISTE.

(637) Daniel Bernoulli avait déjà calculé les chances d'une disposition aussi remarquable. Laplace, complétant ces calculs, en avait conclu que si la distribution du système planétaire avait été l'effet de hasard, il y avait, suivant le calcul des probabilités 157 milliards à parier contre un que cette disposition aurait été tout autre que celle qui existe.

nètes de notre système, et il fonde sa théorie sur les considérations suivantes :

1° En vertu de la théorie générale de la rotation, et plus spécialement en vertu du théorème général des aires, il doit exister un rapport constant entre les dilatations et les contractions successives d'un corps et la durée même de sa rotation, la rotation devant s'accélérer quand la contraction augmente, et se ralentir lorsque la contraction diminue, de telle sorte que les variations angulaires et linéaires, que la somme des aires tend à éprouver, soient exactement compensées.

2° Il existe un rapport non moins constant entre la vitesse angulaire de rotation du soleil et l'extension possible de son atmosphère : la limite de cette atmosphère est inévitablement fixée à la distance où la force centrifuge, due à la rotation du système, devient égale à la gravité. Donc si, par une cause quelconque, une portion de cette atmosphère venait à se trouver placée au delà de cette limite, elle cesserait aussitôt de faire partie intégrante du soleil, et continuerait à circuler autour de lui avec la vitesse acquise au moment même de la séparation, mais sans pouvoir participer aucunement aux changements qui surviendraient dans la rotation solaire postérieurement à cette même séparation.

Ainsi, la limite mathématique de l'atmosphère solaire a dû diminuer sans cesse, à mesure que le refroidissement a rendu la gyration de cette nébuleuse plus rapide ; et cette atmosphère a dû nécessairement abandonner successivement des zones de matières diffuses, qui, ont constitué l'état primitif de nos planètes. Celles-ci, détachées de la nébuleuse principale, se sont condensées aussi par l'effet de leur propre refroidissement, et ont ainsi engendré des satellites en vertu des mêmes causes qui les avaient elles-mêmes engendrées.

Telle est la théorie générale de Laplace dans toute sa rigueur.

Cette hypothèse, bâtie avec des hypothèses, est contestable de tous points. Et d'abord, construite en dehors de l'intervention d'une cause première, créatrice de la matière et des forces qui la régissent, elle ne serait autre chose que la genèse matérialiste, dont nous avons déjà fait voir l'absurdité et les impossibilités. Il faut, de toute nécessité, reconnaître que ni les atomes ni les corps qui en sont composés n'ont l'existence infinie, immuable, indivisible, de Dieu et des idées éternelles ; ils *durent*, et par conséquent ils ont commencé d'être, et leur existence actuelle n'a rien de nécessaire. Les lois de leur activité, de leur puissance motrice et de leur mobilité, ne sont pas plus nécessaires que leur existence même. La contingence est le caractère de toutes les lois mécaniques, même les plus élevées, ainsi que l'ont démontré Laplace, Biot, Poisson et A. Comte lui-même, pour les cinq grandes lois qui dominent toute la mécanique. Il faut donc admettre une raison suffisante, extérieure et supérieure aux atomes, qui a déterminé ces lois. L'ordre actuel n'est donc point la conséquence nécessaire des propriétés et des lois de la matière, telles que l'observation les découvre ; mais cet ordre suppose de plus un arrangement primitif, une distribution première de toutes les parties de la matière, de telle sorte que de cette disposition première les propriétés et les lois de la matière aient fait sortir l'ordre actuel, qui autrement serait sans raison suffisante.

La théorie de Laplace prend pour point de départ les *nébuleuses*, ces apparences célestes si longtemps problématiques. On a avancé que certaines nébuleuses étaient des amas de matière que l'attraction concentrait actuellement. Mais une pareille hypothèse est inconciliable avec la précipitation si rapide, nécessaire pour opérer la conflagration et la liquéfaction ignée des molécules, telle qu'il faut la supposer à l'origine des corps planétaires, et l'on ne se rend pas compte pourquoi, après tant de milliers d'années, il en reste encore à se former. *On a cru pouvoir déduire immédiatement d'observations faites à différentes époques, qu'il s'est opéré des changements effectifs dans la nébuleuse d'Andromède, puis dans celle du navire* Argo *et dans les filaments isolés qui appartiennent à la nébuleuse d'Orion; mais l'inégale puissance des instruments employés à ces diverses époques, les variations de notre atmosphère, et d'autres influences de nature optique, jettent un doute légitime sur une partie de ces résultats, quand on les considère comme des termes de comparaison légués par l'histoire des cieux.* (Humboldt, *Cosmos*, p. 89.) John Herschell, dans son *Traité d'astronomie*, n° 619, parlant de la nébuleuse découverte par Huyghens en 1556, dans la constellation d'Orion, émet la même opinion.

On s'accorde généralement aujourd'hui à reconnaître comme démontrée la *résolution* en étoiles de toutes les nébuleuses. Ainsi, nos pressentiments ne nous trompaient pas, lorsqu'il y a dix ans nous écrivions dans notre *Nouveau Traité des sciences géologiques*, chap. 9 : « L'opinion qui regarde les nébuleuses comme une agglomération d'étoiles trop éloignées pour être aperçues distinctement à l'aide de nos instruments d'optique, nous paraît la plus vraisemblable. Il y a dans le ciel des groupes qui ne présentent à l'œil nu qu'une masse confuse de lumière, et dont on distingue très-bien les principales étoiles avec le secours de simples bésicles. Tel est le cas pour les pléiades. Il y a d'autres taches lumineuses qu'on ne parvient à résoudre en groupes d'étoiles qu'au moyen de télescopes d'un fort pouvoir d'amplification. Ce qui a résisté à des grossissements de 50, de 100, de 150, de 200 fois, cède quand on peut pousser les grossissements jusqu'à 1,000 et au delà. Ainsi Herschell est parvenu à transformer en agglomérations d'étoiles la plupart des nébuleuses que Meissier, pourvu de lunettes moins puissantes, croyait irréductibles, et qu'il appelait des

nébuleuses sans étoiles. A ce point de vue, sans contredit le plus raisonnable, les nébuleuses sont contraires plutôt que favorables à l'hypothèse astronomico-chimique; car ce seraient des mondes tout formés, et non à l'état naissant. »

Quelques années après, un astronome amateur, lord Ross, parvenait à construire un télescope à réflexion de deux mètres d'ouverture. Toutes les fois que l'on a dirigé ce gigantesque instrument vers une des nébuleuses, elle a complétement changé d'aspect, et s'est si souvent transformée en étoiles distinctes, qu'on ne peut plus raisonnablement douter qu'elles ne soient toutes résolubles, ainsi que le grand Herschell l'avait d'abord supposé (638).

Abordons les autres conditions de l'hypothèse cosmogonique, et voyons si elles présentent plus de solidité.

La théorie suppose dans la matière des forces motrices qui lui seraient inhérentes : l'attraction, la répulsion, etc. Que faut-il penser de l'origine et de la nature de ces forces?

Nous touchons ici à une question philosophique fort controversée, et que nous croyons devoir exposer avec quelque étendue avant de passer outre.

Quelle idée devons-nous nous faire des substances matérielles qui composent l'univers? Sont-elles douées d'activité interne seulement, comme le veut Leibnitz? Les corps, suivant lui, seraient exclusivement composés de petites âmes dépourvues de toute action réciproque les unes sur les autres et sans aucune activité externe (*Système nouveau de la nature et de la communication des substances*, p. 126, etc.; *Monadologie*, p. 705, etc.)

Cette activité externe est remplacée par ce qu'il appelle l'*harmonie préétablie*, c'est-à-dire par l'action de la puissance créatrice qui aurait mis dans la nature de chaque être, pris isolément, le principe de tous les phénomènes qui doivent se succéder en lui. Dans ce système, les causes finales ne sont plus que la volonté de Dieu, qui les réalise par un acte éternel. La conséquence logique qui en découle, c'est qu'il ne faudrait plus chercher dans les sciences physiques comment tel corps agit sur tel autre, mais en vue de quelle fin Dieu fait correspondre tel phénomène particulier à tel autre, dans l'existence simultanée, mais isolée, de ces deux corps. On a vu là un abus étrange des causes finales et une hypothèse tout à fait erronée, contraire à l'expérience, au sens commun et à la raison.

Les cartésiens ont émis une autre opinion : ils refusent toute activité aux substances corporelles. Malebranche n'y voit que des causes efficientes, qui sont seulement les *causes occasionnelles* des volontés particulières par lesquelles Dieu opère tout dans le monde. Cette hypothèse, aussi contraire que la précédente à l'expérience et au sens commun, qui nous disent que nous agissons sur les corps, que les corps agissent sur le nôtre et sur nous et les uns sur les autres, cette hypothèse, disons-nous, conduit à faire regarder les substances comme de simples phénomènes de la cause qui produit tout en elles et qui les produit elles-mêmes de nouveau à chaque instant; en un mot, elle conduit directement au spinosisme. Descartes fait de l'étendue le seul attribut de la matière; Leibnitz, au contraire, supprime l'étendue et réduit tout à une force interne dont nous ne pouvons trouver dans les substances corporelles aucun indice, et qui est inconciliable avec l'étendue.

Un illustre mathématicien de nos jours a renouvelé l'hypothèse cartésienne (M. Cauchy, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1845). Il refuse aux corps toute activité, toute causalité. Les forces physiques sont tout à fait étrangères à la matière : elles ne sont autre chose que Dieu même, agissant immédiatement dans l'étendue d'après certaines lois. C'est la substitution pure et simple de la cause première aux causes secondes.

Enfin, il est sur cette question un troisième sentiment : c'est celui qui considère les substances comme douées d'activité, mais d'activité externe. Suivant cette opinion, il ne peut exister de substances essentiellement passives, car ce seraient des substances sans loi, toute loi étant une loi d'activité; des substances sans facultés régies par des lois, par conséquent sans attribut; car tout attribut implique l'activité, est une condition générale qui détermine les modes d'activité dont une substance est capable.

Que serait-ce, par exemple, que la simplicité? Ce serait la simplicité de rien, si ce n'était pas la simplicité d'une force indivisible; l'indivisibilité du néant n'est pas la simplicité : car le néant n'est ni simple ni multiple : il est le néant et rien de plus. Que serait-ce que l'étendue d'une substance inactive? Ce serait une étendue purement idéale, l'étendue de rien ou l'étendue d'une chose quelconque, indéterminée, que l'esprit conçoit, mais qui n'appartient à aucun corps réel.

L'étendue n'est réelle que par la puissance résistante, par l'impénétrabilité, qui est une force limitée à un certain espace, mais invincible dans ces limites. Une substance inactive serait l'abstrait pur, ou plutôt le néant. L'esprit ne pourrait concevoir en elle aucune manière d'être; car qui dit manière d'être dit existence réelle et persistante, et cette existence est impossible sans attributs et sans facultés. Il ne pourrait se manifester en elle aucun phénomène; car un phénomène est un changement dans les manières d'être, et puisqu'elle ne pourrait en avoir, elle ne pourrait en changer. Des phénomènes dans une pareille substance seraient sans support, sans sujet véritable; ce serait une idée purement abstraite, ou plutôt,

(638) *Voy.* l'art. NÉBULEUSES.

comme nous l'avons démontré, il n'y aurait pas de phénomènes possibles, tout phénomène supposant nécessairement l'activité de la puissance qui en est le sujet.

La passivité est subordonnée à l'activité, et la suppose évidemment. Car pour qu'il y ait un phénomène passif, il faut qu'il y ait une substance agissant sur une autre; et pour que celle-ci soit passive, il faut qu'elle ait une force capable de recevoir une impression; car rien n'éprouve rien. Il faut qu'elle réagisse; ainsi, un atome, mis en mouvement par une impulsion, possède une force motrice égale à celle que l'impulsion lui a appliquée, car ici la réaction est égale à l'action. Telle est la loi des corps en ce qui concerne la force impulsive.

Comment dans une substance inactive la passivité pourrait-elle déterminer un phénomène? Pourquoi tel phénomène plutôt que tel autre, puisqu'une telle substance n'aurait aucune faculté propre, et par conséquent point de loi? Ne voit-on pas que le phénomène passif d'une substance, c'est le phénomène actif d'une autre substance en rapport avec la première; que c'est pour celle-ci une excitation et rien de plus? Mais une excitation, bien qu'elle ait son principe dans l'activité d'une substance, et qu'elle existe comme acte de cette substance, n'existerait pas à titre de phénomène passif pour une autre substance en qui elle n'exciterait aucun phénomène d'activité. Un phénomène passif n'existe donc, à ce titre, dans une substance, qu'autant qu'il produit une réaction dans cette substance. Et ce qui le démontre, c'est qu'un phénomène identique en lui-même et dans l'être qui le produit, excite des réactions toutes différentes, suivant les substances auxquelles il s'applique comme phénomène passif. Or, si la substance qui produit ce phénomène identique était seule la cause des phénomènes qui en résultent dans d'autres substances, ces phénomènes devraient être tous semblables entre eux, quelle que fût la nature de ces substances, dont le rôle serait purement passif. Mais il n'en est pas ainsi; tout ce qu'il y a de semblable, c'est l'excitation; ce qui diffère, c'est la réaction. La raison en est que celle-ci est produite par l'activité de substances différentes, régies par différentes lois, en vertu desquelles telle substance réagit de telle manière à propos de telle excitation donnée. Il y a donc action réelle des substances les unes sur les autres et réaction de ces substances (639).

Outre la substance infinie, cause première et absolue, qui se fait éternellement elle-même tout ce qu'elle est nécessairement et qu'elle peut être, et en qui par conséquent toute succession de phénomènes est impossible, il y a deux ordres de substances, comprenant toutes les causes secondes : ce sont les substances simples et les substances étendues. L'activité des premières est interne et externe à la fois; elle est variable, successive et progressive; nous n'avons pas à nous en occuper ici. L'activité des substances étendues est purement externe; elle est immuable en elle-même, variable seulement dans ses effets, suivant les substances extérieures et les objets auxquels elle s'applique. Les phénomènes de cette activité externe, régis par les lois immuables qui les déterminent toujours infailliblement de la même manière, dans les mêmes circonstances, résultent en partie de l'activité, toujours involontaire, de ces substances, en partie de l'action exercée sur elles par les substances qui se trouvent en rapport avec elles. Si les phénomènes de l'activité externe d'un même agrégat de ces substances ne sont pas toujours les mêmes dans les mêmes circonstances, c'est que la nature et les propriétés de l'agrégat changent suivant sa constitution intime, bien que les substances qui le constituent, c'est-à-dire les atomes premiers, ne changent ni de nature ni de propriétés.

Le caractère essentiel de la substance étendue, en tant que force, c'est que l'activité de chacune de ses parties constitutives se borne à un effort externe de son mouvement d'action et de réaction auquel elle ne peut rien changer par elle-même. Résister au changement de mouvement et au passage du repos au mouvement ou du mouvement au repos, détruire dans le moteur, par cette résistance, une partie de la quantité de mouvement égale à celle qu'il produit dans le mobile, recevoir ainsi le mouvement et le communiquer suivant les lois invariables; enfin, sans se mouvoir soi-même, tendre d'une manière uniforme à mouvoir les autres corps, de sorte que cette faculté toujours en exercice produise invariablement son effet sur tout corps étranger auquel elle peut s'appliquer, c'est là de l'activité externe, et ce qu'on ne peut refuser à la substance étendue

A présent, si nous considérons le phénomène universel de l'attraction, nous trouvons que le mouvement est produit par une force qui n'appartient pas à la substance en tant qu'elle se meut, mais en tant qu'elle attire une autre substance. En effet, s'il n'y avait aucune action exercée par le corps attirant sur le corps attiré, comment le corps attiré, même en lui supposant l'intelligence, proportionnerait-il l'intensité de son mouvement à la masse du corps vers lequel il se précipite? Le corps attirant doit nécessairement être, soit la cause efficiente, soit la cause finale de ce mouvement. Mais une cause finale n'agit qu'autant qu'elle est connue, ou, pour mieux dire, ce n'est pas elle qui agit, mais elle est le motif par lequel un être intelligent se détermine à agir. Or, pour que chaque particule du corps attirant fût connue de chaque particule du corps attiré, il faudrait toujours l'action à distance; il faudrait de plus, dans chaque particule de matière, non-seulement une âme intelligente analogue aux monades de Leibnitz, mais

(639) *Voy.* H. Martin, *Phil. de la nat.*, t. I^er^, p. 217, etc.

des organes de sensation, pour se mettre en relation avec les particules attirantes. Qui ne voit la fausseté de ces deux dernières hypothèses et leur inutilité, puisqu'elles ont elles-mêmes besoin de la première hypothèse à laquelle on voudrait les substituer? La première seule est vraie. Dans l'attraction réciproque de deux corps, chaque particule de l'un agit comme force motrice sur chaque particule de l'autre avec une énergie constante, dont l'effet est en raison inverse du carré de la distance. (H. Martin.)

« Mais, objecte-t-on, l'action à distance est inconcevable : un corps ne peut agir là où il n'est pas. »

Si ce prétendu axiome était vrai dans le sens qu'on lui prête, il faudrait nier la communication du mouvement par le contact. En effet, l'atome moteur n'est en aucun instant dans aucune partie du lieu occupé en ce même instant par l'atome qui reçoit l'impulsion. Donc, en agissant dans ce dernier atome, le premier agit là où il n'est pas lui-même. D'ailleurs, qu'est-ce que *la présence?* Ne peut-on pas dire qu'une force est en quelque façon présente partout où elle agit directement, et qu'en un certain sens, la présence d'un corps s'étend aussi loin que sa puissance motrice immédiate? La présence d'action d'un corps est liée à la présence corporelle; car la puissance d'impulsion et de résistance ne peut s'exercer qu'aux limites mêmes du lieu actuel du corps, et la puissance attractive, proportionnelle au produit des masses, c'est-à-dire au produit des sommes des étendues réelles dont se compose le corps attirant et le corps attiré est en raison inverse du carré de la distance qui sépare les *centres de gravité* de ces deux corps.

On a imaginé (Clark, Euler, d'Alembert, Cudworth) un médiateur invisible, intangible, à l'aide duquel l'attraction se réduirait à une communication de mouvement par le contact, hypothèse qui ramènerait à une simple impulsion l'action à distance. En supprimant ainsi toute source naturelle et permanente de puissance motrice, on est obligé de recourir à une série d'interventions spéciales de la Divinité pour rétablir le mouvement toujours près de se perdre dans l'univers où tant d'impulsions contraires se détruisent sans cesse : hypothèse non-seulement inutile et gratuite, mais fausse et pleine d'évidentes contradictions. Elle a été l'écueil où est venu échouer le génie de Leibnitz et de Descartes.

Les spéculations cosmogoniques sont des questions compliquées d'autres questions qui aboutissent pour la plupart à des difficultés insolubles, à des contradictions ou à des impossibilités. L'attraction, qui joue un si grand rôle dans toutes ces hautes théories sur la formation des mondes, nous a conduits à examiner les hypothèses présentées sur la nature et l'origine des forces qui se manifestent dans les substances matérielles. Nous avons vu que les plus profonds penseurs sont partagés sur ce point. L'opinion de Leibnitz et celle de Descartes et de son école nous ont paru insoutenables, malgré l'autorité de si grands noms, et nous avons incliné à reconnaître dans la matière une activité externe, un effort externe d'action et de réaction auquel elle ne peut rien changer elle-même. Nous admettons que toute substance est inséparable de sa nature propre, et que cette nature consiste en une certaine activité réglée par certaines lois, c'est-à-dire en certaines facultés et en certains attributs que ces facultés supposent. Les effets de cette activité diffèrent suivant les circonstances; mais dans les substances dépourvues de liberté, des lois immuables établies par le Créateur déterminent invariablement le rapport entre les circonstances et les réactions de chaque substance proprement dite.

Aussi, pour définir par exemple une substance chimique, il ne suffirait pas de dire ce qu'elle était quand on l'a vue; il faut dire ce qu'elle devient et ce qu'elle opère dans telles et telles circonstances déterminées. Qui ne sait que les qualités d'un corps à l'état solide ont souvent bien peu de chose de commun avec les qualités de ce même corps à l'état liquide ou gazeux? Mais ce corps, dans les mêmes circonstances tant internes qu'externes, aura toujours les mêmes propriétés reconnaissables. C'est ce que n'avaient pas compris les anciens, qui croyaient que la nature propre d'une espèce de corps disparaissait sans retour, quand les qualités, considérées à tort comme distinctives, venaient à changer. Ils ont ignoré la persistance des substances déterminées et de leurs propriétés spécifiques dans les changements d'état et dans les combinaisons chimiques : et c'est là une des raisons pour lesquelles ils n'ont jamais eu de chimie proprement dite, de chimie scientifique.

Mais revenons à l'attraction.

C'est à l'étude de cette force qui régit l'univers que nous en sommes restés. Nous avons repoussé l'hypothèse d'un médiateur invisible et intangible, au moyen duquel on prétend réduire l'attraction à une communication de mouvement par le contact. Nous ne voyons qu'un système insoutenable et plein de contradictions dans l'opinion de Leibnitz, qui attribue la pesanteur et l'attraction universelle à la pression de l'éther, et dans celle de Descartes, qui veut l'expliquer par ses *tourbillons*.

Des hypothèses plus récentes ne nous semblent pas plus heureuses. Ainsi, M. Gruyer (640) suppose que l'espace est rempli d'atomes d'une matière subtile, que ces atomes se meuvent en ligne droite dans toutes les directions, avec une vitesse infinie, qui compense l'extrême petitesse de leur masse, et qu'ils choquent avec une fréquence comme infinie chaque atome de la matière pondérable. On peut l'arrêter dès le premier pas, et lui demander d'où viennent ces atomes et

(640) *Principes de philosophie physique;* Paris, 1845, p. 407-450.

où ils vont; quelle cause détermine la direction de chacun d'eux, quelle cause fait qu'il y en a tout juste autant à se mouvoir dans une direction que dans une autre? M. Gruyer lui-même comprend qu'il faut que les vitesses et les directions de ces atomes, qui se croisent sans cesse en tous les points de l'univers, restent toujours les mêmes. Ainsi il établit, de sa pleine autorité, un principe nouveau de mécanique, en vertu duquel tout atome de matière subtile, choquant un autre atome semblable, mais immobile, imprimerait à celui-ci une vitesse égale à celle qu'il avait lui-même et qu'il perdrait tout entière, et, par conséquent, deux atomes qui se choqueraient en allant également vite en sens directement contraire, se substitueraient chacun au mouvement de l'autre, mécanique évidemment en contradiction avec la mécanique générale, pour ce qui concerne les lois de la communication du mouvement. Combien d'autres arguments que nous omettons et qu'on pourrait opposer à cette hypothèse !

Enfin on a voulu considérer l'attraction comme un résultat de la répulsion (641), et celle-ci comme la seule force primitive qui s'exerce à distance. On prétend expliquer les attractions mutuelles de deux corps pondérables par les répulsions inégales que l'éther exercerait sur eux, de même que deux corps flottants non mouillés semblent s'attirer : hypothèse gratuite, inutile, inconcevable. En effet, si entre les molécules de l'éther et celles de la matière pondérable il y a répulsion; s'il y a répulsion entre les molécules mêmes de l'éther, et s'il n'y a nulle part attraction réelle, la matière pondérable et l'éther même doivent se dissiper dans l'espace, à moins toutefois que l'éther où nage la matière pondérable ne soit renfermé en vase clos. C'est s'obstiner à vouloir expliquer le connu par l'inconnu. Si la répulsion est réelle, pourquoi l'attraction universelle, dont les lois sont mieux connues et si simples, ne le serait-elle pas? Au fond, que gagnerait-on à substituer la répulsion universelle à l'attraction universelle? Il en résulterait tout simplement que la répulsion serait, de même que l'attraction, une force de la matière agissant à distance.

Laissons là ces vaines hypothèses, qui créent des difficultés inextricables, pour éviter une difficulté imaginaire, et reconnaissons que l'attraction est une cause, non un simple résultat; que c'est une force proprement dite, une puissance motrice appartenant à la substance étendue et pondérable, ayant Dieu pour principe nécessaire, comme l'existence même des corps ou celle de l'ordre du monde, en un mot comme l'existence de toutes les choses dont la non-existence n'implique point contradiction.

Quant à la répulsion, cette force antagoniste de l'attraction, elle n'a point donné lieu à de si grands débats. Pourtant il s'est trouvé un contradicteur dont nous dirons un mot : c'est M. Lamennais.

Y a-t-il des forces répulsives? se demande-t-il. *Ce serait certes quelque chose d'étrangement mystérieux que ces forces opposées à l'affinité comme à l'attraction, et qui les combattraient sans cesse; que des forces qui tendraient directement à la séparation des éléments de tout ce qui est, à la dissolution de l'univers. Supposez que leur action, plus puissante que les résistances qu'elle rencontre, eût atteint, libre de tout obstacle, son terme dernier, que resterait-il, que subsisterait-il? Des composés, dissous jusque dans leurs dernières particules concevables; l'idée même de corps disparaîtrait; tout s'évanouirait* dans la nuit de l'espace vide (642)... C'est très-possible, mais pourquoi *supposez-vous?* Avec des suppositions, on va où l'on veut. Faites ici la *supposition* contraire, vous arriverez à une autre contradiction avec les faits. Vous méconnaissez la première loi de l'univers, celle de la pondération des pouvoirs de la nature; vous paraissez oublier que tout se balance et s'équilibre dans l'œuvre du Créateur, dans les forces et dans les agents dont il a fait dépendre la conservation et l'harmonie du monde : *Omnia in mensura et numero et pondere disposuit.*

Pour M. Lamennais, le calorique, regardé par tous les physiciens comme l'agent, sinon unique, du moins principal, de la répulsion, est *le fluide de la vie;* la dilatation dans les corps est un phénomène vital.

Avec ce mot de *vie*, de *vie universelle*, appliqué même à des êtres qui ne sont pas *vivants*, on croit avoir dit quelque chose, on croit même avoir tout dit. En voyant la faiblesse des arguments de M. Lamennais contre la loi de la répulsion, on comprend que le célèbre écrivain n'ait guère plus de chance de succès dans ses attaques contre les principes de la physique, que dans ses tristes agressions contre de hautes et saintes doctrines, dont les divins rayons ne couronnent plus son génie. *Telum imbelle sine ictu...*

Quoi qu'il en soit des négations de M. Lamennais, la répulsion est universellement admise comme la cause des dilatations et des changements d'état des substances matérielles, et sans cette force, en effet, toutes les ondulations, par exemple celles du calorique, de la lumière et du son, seraient impossibles, ainsi que l'a démontré M. Ampère. Nous croyons donc qu'en bonne physique comme en saine philosophie, il faut admettre et l'attraction et la répulsion, ces deux modes particuliers de la force générale par laquelle la matière agit à distance, d'une manière continue, suivant des lois invariables fixées par le Créateur.

Après cette digression, dont chacun aura saisi le rapport immédiat avec le sujet qui nous occupe, nous allons rentrer dans l'examen de la théorie cosmogonique de Laplace

(641) M. de Saint-Venant (*Mémoire sur la question de savoir s'il existe des masses continues;* Paris, 1844).

(642) *Esquisse d'une philosophie*, t. IV, p. 155.

Le point de départ de la théorie est la supposition d'une immense sphère entièrement gazeuse à une température extrêmement élevée...

On voit déjà tout ce qu'il y a d'arbitraire dans ce point de départ. Pourquoi, en effet, ne remonte-t-on pas plus haut que la sphère gazeuse incandescente? La science et la philosophie, quand il s'agit de l'origine des choses, permettent-elles de supposer que c'est là l'état vraiment primitif de la matière? N'autorisent-elles pas au contraire à admettre que la matière a pu passer par plusieurs autres états antérieurs avant d'arriver à celui de gaz, puisque dans les gaz les atomes sont déjà groupés en molécules? Pourquoi toute la matière n'aurait-elle pas été primitivement à l'état d'atomes chimiques, ou même d'atomes premiers, suivant la distinction de certains théoriciens? Pourquoi même ne pousserait-on pas cette division jusqu'à l'atome du fluide universel, de l'*éther?* Et au delà encore, qui peut dire, qui peut imaginer ce qu'ont pu être la matière et les lois qui la régissent? Qui nous déroulera la série de toutes les transformations de la matière et le jeu de tous ses éléments, obéissant à toutes les nécessités, à toutes les puissances et les énergies de leur nature, dans les différentes phases de leur existence, sous la main de Dieu qui les modifiait et les dirigeait vers le grand but de l'ordre et de l'harmonie, qui devaient un jour témoigner si magnifiquement de sa puissance, de sa sagesse et de sa bonté?

Mais puisque dans le champ infini des hypothèses, on s'est arrêté à celle d'une immense sphère de gaz à l'état d'incandescence, acceptons-la et constatons si elle peut se concilier avec les exigences et les principes reconnus de la science.

Laplace donne à cet immense amas de gaz la forme d'une *sphère.* Il emprunte cette forme aux nébuleuses, qui ont jeté tant d'illusions dans la tête de tous les cosmogonistes depuis Herschell. Mais aujourd'hui que ces fantastiques nébuleuses se sont évanouies du ciel pour faire place à des soleils parfaits et non embryonaires, toutes ces analogies qu'on a voulu établir entre elles et l'état primitif des choses ont disparu avec elles.

Quelle loi maintenait cet immense amas de gaz dans la forme sphérique? L'attraction? Mais la répulsion ne devait-elle pas être prépondérante et l'emporter dans cette matière gazeuze, incandescente, puisque c'est encore aujourd'hui la condition pour tous les gaz soumis à nos expériences? Il semble donc que ce n'est pas une agglomération sphérique, mais une dispersion infinie de la matière gazeuse dans l'espace, qui devait être la conséquence d'un pareil état de choses. L'attraction qui constitue la cohésion étant insensible dans les corps à l'état gazeux, nous sommes en droit de conclure qu'elle était nulle dans la masse élémentaire dont il s'agit. Y avait-il l'attraction atomique appelée affinité? Pour que ce mode d'action de l'attraction puisse s'exercer, plusieurs conditions sont nécessaires : il ne suffit pas que la matière soit gazéifiée, il faut de plus, pour qu'il y ait combinaison, qu'il y ait pression et par conséquent résistance. D'où est venue cette pression? Qui est-ce qui a produit cette résistance dans une matière élémentaire formée de gaz essentiellement élastiques, incandescents et soumis à une expansion indéfinie en tous sens? Evidemment il n'y avait pas de pression, et par conséquent pas de combinaison possible. Ainsi, on ne voit pas qu'il pût y avoir place pour aucune des espèces connues d'attraction. Nous venons de voir que dans une immense sphère de matière nébulaire ou gazéiforme à l'état d'incandescence, comme celle que Laplace a supposée, il n'y avait place pour aucune des espèces connues d'attraction. Nous pourrions attendre que l'illustre géomètre ait assigné, en dehors du Créateur, une origine acceptable de cette grande loi du monde physique. En attendant qu'on la découvre, nous la supposerons trouvée, et nous allons voir où elle peut nous conduire.

D'abord, où la placerons-nous? Sans doute au centre de l'immense masse globulaire. Mais alors les éléments de la nébuleuse, à mesure qu'ils se solidifieront par le refroidissement, iront se précipiter vers le centre qui les attire, et nous n'aurons ainsi qu'un globe solide énorme au lieu d'un système de globes. Comment préviendrons-nous ce grave inconvénient? Par le mouvement de rotation qui déterminera l'action de la force centrifuge, antagoniste de l'attraction, ainsi que le prétendent les partisans de la théorie astronomico-chimique. Soit! Mais d'où naît un pareil mouvement dans la nébuleuse? Ici encore se présentent de nouvelles et inextricables difficultés.

En effet, comment mettre en mouvement sur elle-même cette immense sphère de vapeurs, dont l'énorme expansion devait embrasser au moins l'énorme sphère de Neptune? Parmi les lois de la physique ou de la mécanique, en connaît-on une seule d'où l'on puisse déduire l'origine du mouvement de rotation? Laplace n'en connaît aucune. Cependant « cette masse, dit M. Henri Martin, ne pouvait avoir un mouvement naturel de rotation ; car, pour produire un tel mouvement dans une sphère entièrement gazeuze, il faudrait produire séparément, suivant un même axe, des révolutions de même durée pour toutes les couches concentriques dont elle se compose, en appliquant à ces couches des forces centrales et des forces tangentielles différentes, suivant le rayon de chaque couche. Or il est impossible de concevoir une cause physique qui donne ce résultat (643). »

Nous avons admis l'attraction, quoiqu'on ne donnât aucune raison de son origine dans l'hypothèse de Laplace. Admettons de même

(643) *Philosophie spirit. de la nature,* t. II, p. 136.

e mouvement gyratoire et procédons à la formation de notre système planétaire.

La nébuleuse tourne sur elle-même. A mesure qu'elle se refroidit, des masses s'en détachent par l'effet de la force centrifuge. Voici d'abord la planète Leverrier ou quelque autre planète inconnue plus éloignée encore, qui se détache de la première couche équatoriale condensée de l'atmosphère solaire.

Cette couche équatoriale, on le suppose, possède une force centrifuge suffisante pour faire équilibre à l'attraction centrale, et par conséquent elle peut se soutenir indépendamment de la force d'expansion des couches antérieures concentriques, sur lesquelles dès lors elle a cessé de peser. Figurez-vous donc un anneau qui, pour Neptune, par exemple, avait au moins deux mille quatre cent millions de lieues de diamètre. Eh bien! c'est avec cet anneau prodigieux qu'il faut faire une planète, un globe. Cherchez à vous rendre compte de la manière dont le phénomène a dû s'opérer; comment les éléments de l'anneau qui se trouvaient à deux mille quatre cent millions de lieues, sont venus trouver ceux qui étaient placés à l'autre extrémité du diamètre. Vous répéterez ladite opération autant de fois que vous aurez de planètes à former. Puis, quand vous aurez ainsi obtenu toutes les planètes, ne croyez pas que votre construction est achevée, que votre monde est bâti; que tous les problèmes cosmogoniques sont résolus. Il vous faudra encore, premièrement, répéter la même opération pour obtenir chaque satellite. Oui, les planètes une fois formées et tournant sur elles-mêmes, on ne sait pourquoi, émettront à leur tour, et à l'instar de la masse primitive d'où elles sont sorties, plus ou moins d'anneaux qui deviendront leurs satellites.

Vous aurez, secondement, à expliquer l'origine de la force tangentielle, dont Laplace ne s'occupe pas, trouvant plus commode, sans doute, de prendre comme un fait les mouvements elliptiques des planètes. Cependant, sans impulsion primitive, ce mouvement elliptique des planètes, quand même on le supposerait éternel, n'en serait pas moins un effet sans cause (644).

Ce n'est pas tout. Puisque l'attraction agit en raison directe des masses, la sphère solaire, perdant de sa masse chaque fois qu'une couche équatoriale s'en détachait pour former une planète, a dû faire varier le mouvement de la première planète détachée autant de fois que cette opération s'est renouvelée, c'est-à-dire au moins dix à douze fois. Ainsi pour Uranus, par exemple, l'attraction ne serait aujourd'hui que le dixième de ce qu'elle était à l'origine, et il en aurait été de même proportionnellement pour toutes les autres planètes. Chaque modification dans le mouvement d'une planète a dû en déterminer une autre dans sa forme, et par suite amener une série de variations profondes dans tout l'ensemble des phénomènes qui se rapportaient à cette planète.

On fait sortir les satellites de la masse des planètes : ils devraient donc participer à la nature de la masse d'où ils tirent leur origine; cependant la lune, par exemple, n'a pas d'atmosphère, tandis que la terre en a une. D'où vient encore que, parmi ces planètes, il en est qui n'ont pas de satellites ou qui n'en ont qu'un, tandis que d'autres en ont jusqu'à six, sept, etc.? Enfin, comment expliquer l'origine des comètes? Les fera-t-on venir, comme les planètes, de la masse gazeuse principale? Pourquoi alors ne sont-elles pas soumises aux mêmes lois de forme et de révolution...?

Combien d'objections nouvelles ne pourrions-nous pas soulever contre cette audacieuse et vaine hypothèse! Mais c'est assez. Terminons par une réflexion d'un savant illustre qui a passé sa vie dans les plus hautes contemplations de la nature et de ses lois :

Le monde des formations célestes doit être accepté comme un fait, comme une donnée naturelle qui se dérobe aux spéculations de l'esprit par l'absence de tout enchaînement visible de cause à effet. En d'autres termes, les rapports de grandeur absolue et de position relative des axes, les relations qui existent dans le système planétaire entre les densités, les durées de rotation et les excentricités, ne nous paraissent pas autrement nécessaires dans la nature que la distribution relative des axes, les relations qui existent dans les contours de ses continents ou la hauteur de ses chaînes de montagnes; point de loi générale qu'on puisse établir. Sous ces divers rapports, dans les cieux ou dans les inégalités des couches terrestres, ce sont autant de faits naturels produits par le conflit de forces multiples qui ont agi autrefois dans des conditions tout à fait inconnues (645).

Ainsi donc, dans cet ordre de hautes spéculations, on sent à chaque pas la nécessité de recourir à une intelligence qui a conçu et exécuté un plan d'ordre et d'harmonie, d'invoquer la volonté d'un législateur qui a imposé des lois à la matière pour l'exécution de ses conceptions et pour la conservation de son œuvre à mesure qu'elle se développait. Mais quelles étaient ces lois? Qui peut le dire? Il est probable qu'elles échapperont toujours aux investigations de la science, et que « celui qui a étendu les cieux et donné la loi à toute leur armée (*Isa.*, XLV, 12) » s'en est réservé le secret.

(644) La force tangentielle d'une planète est celle qui la porte à suivre une tangente à son orbite. Cette force est due à l'impulsion primitive par laquelle cette planète a été lancée dans l'espace, impulsion qui, pour aucune des planètes, n'a passé par le centre de gravité. Le cerceau qui roule sous les coups de baguette de l'enfant se meut en vertu de la force tangentielle. Si le coup de baguette était frappé selon le diamètre, le cerceau pourrait être projeté en ligne droite, mais il ne tournerait pas sur lui-même. On a calculé que l'impulsion pour la terre a dû passer par un point situé à neuf lieues environ de son centre.

(645) De Humboldt, *Cosmos*, t. Ier, p. 102.

« Car mes pensées ne sont pas vos pensées, et mes voies ne sont pas vos voies, dit l'Eternel; autant les cieux sont élevés au-dessus de la terre, autant mes voies sont au-dessus de vos voies et mes pensées au-dessus de vos pensées. » (*Isaïe*, LV, 8, 9.)

LAPLACE, *ses idées sur la constitution du soleil réfutées par M. Godefroy.* — *Voy.* SOLEIL. — *Son hypothèse sur la formation des planètes et débats avec M. Godefroy.* — *Voy.* PLANÈTES.

LECOUTURIER (HENRI). — Ce citoyen socialiste est auteur d'un livre intitulé : *La Cosmosophie ou le socialisme universel.* Paris, 1850. C'est un ouvrage aussi impie qu'inepte. Nous n'avons pas l'intention d'en donner une analyse, mais nous en transcrirons le chapitre 14, intitulé *La Mythologie de la Genèse;* cela suffira pour faire apprécier cette conception extravagante.

« *Des temps historiques.* — Les temps historiques datent pour nous de Moïse. — Ce n'est pas qu'on doive regarder comme article de foi tous les récits de cet historien.

« Il est le premier écrivain dont les livres nous soient parvenus ; quand il parle de ce qu'il a fait, de ce qu'il a vu, de ce qui s'est passé dans une époque et dans des contrées peu éloignées de lui, il mérite quelque créance, abstraction faite du merveilleux dont il s'est environné dans le but évident de frapper l'imagination d'un peuple crédule, grossier et sensuel, dont il voulait être le législateur.

« Mais quand Moïse, se disant inspiré, prétend s'élancer au delà des limites de la nature humaine et remonter, par la tradition, le cours des temps, depuis son époque jusqu'à la venue de l'homme sur la terre, il fait du roman ; c'était son droit ; mais donner ce roman pour de l'histoire, c'est de la mauvaise foi.

« Si nous ne connaissons rien de positif au delà des temps décrits par Moïse, ce n'est pas une raison pour faire commencer là l'histoire de l'humanité, ainsi que cela s'est fait pendant près de quarante siècles d'ignorance.

« *Adam est-il le premier homme?* — Si, comme nous l'avons établi, le premier homme est né dans les climats polaires, et si, comme Moïse le rapporte, Adam est né vers le Tigre et l'Euphrate, il est évident qu'Adam n'est pas le premier homme, parce que dans le principe la température polaire a pu seule être supportable à l'homme; il a fallu un immense refroidissement du globe et par conséquent des milliers de siècles avant que l'abaissement de la température ait permis à l'homme de vivre dans des régions qui sont pour nous aujourd'hui les régions torrides.

« En mesurant la distance du passé au présent, on peut mesurer celle du présent à l'avenir. — Partant de ce principe, on peut dire qu'il s'était écoulé une infinité de siècles depuis l'action de l'esprit sur la matière jusqu'à la formation du premier corps organisé; il ne s'en était pas écoulé moins depuis l'organisation du premier végétal et du premier animal jusqu'à la naissance de l'homme; il doit s'en être écoulé tout autant depuis l'apparition de la race humaine vers les pôles jusqu'à sa venue vers les régions de l'équateur.

« Par conséquent, il est de toute impossibilité qu'il n'y ait que 6,000 ans qui nous séparent du premier homme.

« D'un autre côté, les hommes primitifs, descendant en ligne directe des animaux, trahirent longtemps leur origine. — Par leurs formes matérielles, par leurs appétits, par leur instinct, ils ressemblèrent beaucoup plus à leurs ancêtres qu'à l'homme tel que nous le connaissons aujourd'hui.

« Les premiers hommes, au lieu d'être des types de beauté, selon le portrait que Moïse nous fait d'Adam et d'Eve, furent au contraire des espèces de brutes, moitié singes, moitié hommes, selon le portrait peu flatteur qu'Hérodote nous a laissé des Troglodytes.

« *Portrait d'Adam et d'Ève.* — Adam et Eve, s'ils ont existé tels qu'on nous les dépeint, étaient des civilisés; ils étaient pleins de raison; ils avaient l'intelligence exercée; ils auraient eu le jugement sûr, la conscience infaillible; ils auraient toujours su distinguer le juste de l'injuste, le bien du mal, sans la funeste pomme qui se trouva sur leur chemin. — Ils respectaient les lois de la décence; ils sont les inventeurs de la feuille de vigne, que les statuaires leur ont empruntée. — Ils étaient vigoureux et beaux. — Ce noble couple non-seulement n'aurait pas été déplacé dans notre société, mais encore il y aurait paru avec avantage.

« Adam et Eve ne sont donc pas les premiers-nés de la race humaine. Ils sont très-rapprochés de nous par le temps, par les lieux qu'ils habitaient, par leur conformation et par leurs mœurs. — Il y a infiniment plus de distance du premier homme à Adam que d'Adam à nous. — Et même, il semble que la température du globe n'ait pas sensiblement changé depuis son époque jusqu'à la nôtre, puisque l'embouchure du Tigre et de l'Euphrate, siége du paradis terrestre, était déjà très-habitable de son temps, et que de nos jours c'est encore un des pays les plus chauds de la terre. »

Quand on a lu l'ouvrage du citoyen Lecouturier, on incline assez à croire que l'auteur est effectivement un de ces *hommes primitifs qui descendent en ligne directe des animaux.* C'est un des meilleurs arguments en faveur de sa thèse.

LEHMAN. *Voy.* GÉOLOGIE.

LEIBNITZ. *Voy.* GÉOLOGIE. — *Son opinion sur les forces de la matière.* — *Voy.* LAPLACE.

LÉONARD DE VINCI. *Voy.* GÉOLOGIE.

LÉPIDODENDRON (de deux mots grecs qui signifient *arbre à écailles*). — Le genre lépidodendron comprend plusieurs espèces de plantes fossiles d'une grande taille, qui abondent dans la formation houillère. Plusieurs particularités de leur structure les ont fait comparer aux conifères; mais d'autres

circonstances et leur aspect général, moins leur grande taille, les font ressembler beaucoup aux lycopodiacées. Cette tribu ne renferme pas maintenant d'espèces qui atteignent plus de trois pieds en hauteur, et ce sont pour la plupart des plantes faibles et rampantes, tandis que leurs représentants fossiles les plus anciennes paraissent avoir atteint les dimensions des grands arbres forestiers (646).

Les lycopodiacées de l'époque actuelle sont soumises à peu près aux mêmes lois que les fougères et les equisétacées, sous le rapport de leur distribution géographique; elles sont plus grandes et plus nombreuses dans les localités chaudes et humides situées entre les tropiques, et surtout dans les petites îles. Les affinités des lépidodendrons avec ces plantes, leur taille et leur abondance parmi les fossiles de la formation carbonifère, ont conduit les auteurs qui ont écrit sur les plantes fossiles à cette conclusion, que ce fut sous l'influence d'une grande chaleur, d'une humidité convenable, et d'une position insulaire que les végétaux de cette famille atteignirent les dimensions gigantesques sous lesquelles ils nous apparaissent dans les dépôts de transition; et ce résultat vient à l'appui du résultat tout semblable auquel nous avons été conduits par l'examen des calamites, avec lesquelles on les trouve associés (647).

Suivant MM. Lindley et Hutton, les lépidodendrons constituent, après les calamites, la classe de fossiles la plus abondante dans la formation houillère du nord de l'Angleterre. Ces végétaux atteignent parfois des dimensions énormes; on en rencontre des fragments de tiges qui ont depuis vingt jusqu'à quarante-cinq pieds de longueur; et une tige comprimée que l'on a rencontrée dans la houillère de Jarrow mesurait quatre pieds deux pouces dans son plus grand diamètre. M. Ad. Brogniart en cite trente-quatre espèces dans son catalogue des plantes fossiles de la formation houillère.

La structure intérieure des lépidodendrons a montré que ces végétaux tenaient le milieu entre les lycopodiacées et les conifères (648), et les conséquences que tire M. le professeur Lindley, de la position intermédiaire qu'occupe ce curieux genre éteint de plantes fossiles, sont en harmonie parfaite avec les corollaires que nous avons déduits de l'existence de conditions analogues dans des genres éteints d'animaux fossiles. — « Cette découverte est du plus haut intérêt pour les botanistes; car elle donne gain de cause à ces esprits sagement systématiques, qui soutiennent que l'on peut expliquer certaines lacunes qui, au sein de l'état actuel des choses, se font sentir dans la série graduelle de l'organisation, en lui assignant pour cause l'extinction de genres et même d'ordres tout entiers dont l'existence manquait à l'harmonie que nous croyons avoir existé dès l'origine du monde, dans la structure de toutes les parties du règne végétal. Les lépidodendrons établissent entre les végétaux à fleurs et ceux qui n'en ont pas une liaison plus étroite que n'eussent pu le faire les équisétacées, ou les cycadées, ou tout autre genre qui nous soit connu. » (Lindley et Hutton, *Flore fossile*, t. II, p. 53.)

LEPIDOIDES. *Voy.* Poissons

LIAS SUPERIEUR. *Voy.* Toarcien.

LIAS INFERIEUR. *Voy.* Sinémurien

LIASIEN (ETAGE). — Deuxième étage des terrains jurassiques et le huitième de la série totale des formations géologiques. Ce nom est dérivé de celui de *lias* donné primitivement par les Anglais à cet étage.

L'étage liasien suit absolument, en France, la même distribution géographique que l'étage sinémurien, sur lequel il repose partout; mais, de plus, il se montre sur beaucoup d'autres points où cet étage manque.

Partout où se trouve l'étage sinémurien, l'étage liasien repose en couches concordantes sur lui, et en suit toutes les allures, toutes les dislocations. Lorsque les couches plongent vers le centre des bassins, il plonge parallèlement; lorsque les couches sont relevées de diverses manières, comme dans les Alpes, il a subi les mêmes relèvements, sans aucune modification. On le trouve en couches concordantes, tout autour du plateau central de la France, sur les deux versants des Vosges, dans les Alpes, le Jura, et autour du massif de la Bretagne. Partout, en Angleterre, la même superposition existe ainsi qu'en Allemagne et dans le Wurtemberg. Il n'y a aucun doute, dès lors, que cet étage n'ait succédé régulièrement, sur tous les

(646) D'après le professeur Lindley, les lycopodiacées actuelles sont intermédiaires entre les fougères et les conifères d'une part, les fougères et les mousses d'une autre. Elles se rapprochent des fougères par l'absence d'un appareil sexuel, et par l'abondance des vaisseaux annulaires de leur tige; des conifères, par l'aspect des tiges de quelques-unes des plus grandes espèces; des mousses, par leur aspect général.

(647) Les feuilles des lycopodiacées actuelles sont simples et disposées en spirale autour de la tige; et elles laissent, sur la surface de cette dernière, des cicatrices de forme rhomboïdale ou lancéolée, dans lesquelles se voient les empreintes de vaisseaux. Dans les lépidodendrons fossiles, des cicatrices toutes semblables, et remarquables à la fois par leur grandeur et par leur beauté, se voient disposées comme des écailles en spirale sur toute la surface des tiges. Une division nombreuse de ces cryptogames se compose d'espèces arborescentes et dichotomes, et dont les branches sont couvertes de simples feuilles lancéolées.

La forme des écailles varie sur les différents points d'une même tige; ainsi celles qui sont les plus voisines de la base sont de forme allongée dans le sens vertical.

(648) *Voyez* le *Bulletin annuel de la Société phil. de Yorkshire*, pour l'année 1832; les *végétaux fossiles*, par Witham, 1833, pl. XII et XIII, et la *Flore fossile*, de MM. Lindley et Hutton, pl. XCVIII et XCIX.

points, à l'étage sinémurien, et qu'il ne l'ait suivi dans l'ordre chronologique.

Nous croyons pouvoir évaluer l'épaisseur des couches de l'étage comprise depuis les couches à *ostrea arcuata* jusqu'à la fin de l'*ostrea cymbium*, sur les coteaux voisins de Semur, à 150 mètres environ.

Caractères paléontologiques. — Le caractère dominant de la faune, c'est le rapport d'ensemble qui existe entre l'étage précédent et le suivant, quant aux formes génériques; car toutes les espèces sont distinctes. Voici pourtant les caractères généraux que nous donnent toutes les séries animales comparées.

Caractères négatifs tirés des genres. — Pour distinguer l'étage liasien de l'époque antérieure, nous n'avons aucuns genres qui, nés antérieurement, meurent dans l'étage sinémurien, sans passer à l'étage liasien; ce qui prouverait, plus que tout le reste, ce que nous venons d'avancer; mais nous avons, pour séparer l'étage liasien de l'étage toarcien qui lui succède, tous les genres qui manquent encore dans le premier, et paraissent pour la première fois dans le second; c'est-à-dire 18 genres qui seront les caractères négatifs, pour distinguer l'étage de celui qui lui succède régulièrement.

Pour caractères différentiels de cet étage et de l'étage sinémurien, nous avons tous les genres qui naissent avec l'étage qui nous occupe et paraissent être inconnus aux époques antérieures, c'est-à-dire, quarante genres pouvant donner des caractères positifs, entre l'étage liasien et sinémurien.

Parmi ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage liasien peuvent encore nous donner des caractères positifs différentiels avec l'étage toarcien, où ils n'existent plus, au moins d'après nos connaissances actuelles. Ces genres sont les suivants: parmi les poissons, les genres *myriacanthus*, *squaloraya*, *cyclarthrus*, *astropterus*, *chondrostena*, *saurostomus*, *conodus*, *amblyurus*, *dapedus;* et parmi les crustacés, le genre *coleia*. En tout 10 genres, plus le genre *cardinia*, né antérieurement, qui s'y éteint encore. On voit que, malgré les rapports d'ensemble qui unissent cet étage aux époques supérieures et inférieures, il reste encore des caractères spéciaux aux genres.

Tandis qu'on voit les caractères minéralogiques des couches liasiennes changer sur les différents points où elles se trouvent, les caractères paléontologiques restent invariables, et sont partout on ne peut plus positifs. En effet, quelle que soit, d'ailleurs, la composition minéralogique, la nature a doté cet étage de 301 espèces caractéristiques. Excepté le *plicatula spinosa*, qui se trouve quelquefois, mais rarement, dans l'étage sinémurien, et le *lima thalia* qui se trouve dans l'étage supérieur, toutes les autres espèces sont caractéristiques de cet étage. Nous avons donc 299 espèces pour les animaux mollusques et rayonnés seulement; car nous n'avons pas compris dans ce nombre les 65 espèces de plantes, ni les nombreuses espèces d'animaux vertébrés et annelés que nous y pourrions ajouter. On voit, par ce résumé, que les caractères tirés des espèces sont on ne peut plus positifs, puisqu'à deux exceptions près toutes sont spéciales à cet étage. Parmi ces espèces, il en est néanmoins qui, plus répandues dans les diverses localités, peuvent montrer, plus que les espèces rares, l'horizon géologique qu'elles constituent.

Chronologie historique. — L'étage précédent a dû finir, comme tous les autres, par une grande perturbation géologique dont nous connaissons les résultats positifs. C'est, en effet, à cet instant que se sont éteints, avec les plantes, avec les animaux vertébrés et annelés, 173 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Les traces de ce mouvement sont, du reste, encore visibles par les grès à gros grains et les arkoses de la base de l'étage des Deux-Sèvres et de la Sarthe. Lorsque le repos est venu remplacer l'agitation, sont nés 40 genres inconnus jusqu'alors, avec 300 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui, avec toutes les espèces des animaux vertébrés et annelés, et les plantes, sont les restes connus de la faune et de la flore de cette époque.

Nous ne trouvons en Europe rien de changé, à la fin de l'étage sinémurien, dans la circonscription des mers.

Les continents donnés par les corps flottants ont, par la même raison, des limites identiques à celles de l'étage précédent.

Les mers nourrissaient, plus nombreux que jamais, d'énormes reptiles sauriens des genres ichthyosaurus et plesiosaurus, si remarquables par leur taille et par leurs formes, disposés qu'ils sont à vivre constamment dans les eaux. Les uns avaient l'aspect d'un poisson, les autres étaient munis d'un long cou, et pouvaient, comme les cygnes, tout en nageant à la surface, saisir au loin leur proie. Avec les sauriens vivaient les premiers ptérodactyles, autres reptiles singuliers, qui, probablement riverains, puisqu'on les trouve dans les couches marines, avaient la faculté de voler au moyen de longues ailes ressemblant pour la forme à celles des chauves-souris. Un grand nombre de poissons toujours cuirassés, des nouvelles familles lépidotidées, chimæridées et accipensexidées, se disputaient le domaine des mers, avec un grand nombre de céphalopodes des genres ammonite, nautile et bélemnite; tandis que les côtes, avec tous les genres qui existaient dans les mers sinémuriennes, nourrissaient, de plus, les genres de coquilles *pterocera*, *ditremaria*, *inoceramus*, *hippopodium;* des astéries, des ophiures et autres échinodermes, et quelques nouveaux genres de foraminifères. Quelques plantes marines vivaient encore à cette époque.

Les continents, avec des animaux terrestres probablement détruits, tels que des insectes, peut-être des oiseaux, étaient couverts de nombreux végétaux, principale-

ment des fougères, des cicadées et des conifères, dont l'élégant feuillage devait en animer toutes les parties.

Nous ne pouvons expliquer la fin de l'étage liasien que par une commotion géologique dont les traces seraient encore données : 1° par la discordance de stratification ; 2° par la conservation des points littoraux, ce qui ne peut exister sans un affaissement ; 3° par les traces de mouvement des eaux au commencement de l'étage suivant ; et enfin 4° par les limites des faunes qui coïncident parfaitement avec ces éléments de vérité. Nous ne doutons pas que ces limites ne soient données, de plus, par une grande perturbation géologique qui a eu lieu loin d'Europe, les seuls points sur lesquels nous connaissions la disposition géologique des étages.

LIGNITE. *Voy.* l'*Introduction.*

LIMITES DES FAUNES GÉOLOGIQUES. *Voy.* ESPÈCES FOSSILES

LIMONITES. *Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES.

LIMULES. *Voy.* TRILOBITES.

LINDLEY, *ses opinions sur les végétaux fossiles.* — *Voy.* FLORE FOSSILE.

LISTER. *Voy.* GÉOLOGIE.

LITUITES. — On trouve avec les orthocératites dans le calcaire de l'île d'Olland un genre de coquilles cloisonnées qui en sont voisines et que l'on a désignées sous le nom de lituites. Leur extrémité la plus petite est contournée en spirale, tandis que l'extrémité la plus grande se continue en un tube droit d'une longueur considérable, partagé par des cloisons qui ont leur face concave en avant et sont traversées par un siphon. La grande ressemblance qui existe entre ces coquilles et celles de la spirale moderne nous conduit à penser qu'elles ont dû remplir des fonctions analogues dans l'économie de quelque céphalopode perdu.

LOPHIODON. *Voy.* MAMMIFÈRES.

LUMIÈRE ZODIACALE. *Voy.* PLANÈTES et SOLEIL.

LUNE, *son rôle dans la création primitive.* — *Voy.* MÉRAY. — *Réfléchit-elle la lumière du soleil?* — *Voy.* CHAUBARD.

M

MACROTHERIUM. *Voy.* MAMMIFÈRES.

MAISTRE (Comte DE), *cité à propos des mammouths de Sibérie.* — *Voy.* MAMMOUTHS.

MAMMIFÈRES. — Comme les animaux appartenant à cette première classe des vertébrés offrent une charpente solide comme point d'appui des organes du mouvement, et un squelette composé d'os et de dents, ces parties dures se présentent dans les conditions les plus favorables à leur conservation. Les os se trouvent, en effet, complets dans les couches sédimentaires du globe et dans les cavernes. On rencontre quelquefois toutes les parties d'un squelette rapprochées les unes des autres dans la même couche ; ce qui arrive dans les argiles limoneuses des pampas de Buenos-Ayres et de la bande orientale ; dans les gypses de Montmartre, etc. D'autres fois, et c'est le cas le plus fréquent, on voit seulement des os isolés dans les couches, ou des os amoncelés et pêle-mêle dans les cavernes.

De toutes les parties du squelette des mammifères, les dents sont, sans contredit, celles qui résistent le mieux aux agents destructeurs ; aussi se trouvent-elles dans un état parfait de conservation, lors même que les os sont presque décomposés, ou roulés, comme dans les faluns de la Touraine.

Un fait exceptionnel très-remarquable est le fameux squelette de rhinocéros rencontré en Sibérie, et qui paraissait complétement conservé au milieu des glaces. Il était, en effet, couvert de sa peau ; et l'on voyait, sur quelques points, des parties considérables de muscles, de tendons, encore attachés aux os.

On trouve quelquefois les parties cornées des mammifères encore intactes, telles que les ongles des *megalonyx* rencontrés dans les cavernes du Brésil.

Quelques auteurs ont cru reconnaître des empreintes physiologiques de pas de mammifères et surtout des pas d'hommes ; mais il paraît certain que ces soi-disant traces humaines étaient le produit de l'art. Pour les autres traces au sein des couches anciennes, qui ne renferment aucun reste d'os appartenant aux mammifères, on doit supposer qu'elles étaient les traces de certains reptiles dépendant d'une classe moins élevée.

Il paraît qu'on a rencontré dans les cavernes à ossements de Lunel-Vieil, province de Liége (Belgique), des coprolites, ou *feces* fossiles, qu'on a cru devoir rapporter aux mammifères.

On divise généralement les mammifères en deux grandes divisions : les *monodelphiens* et les *didelphiens.*

Les premiers, les plus parfaits, sont principalement caractérisés par leur mode de développement : ils naissent déjà pourvus de tous leurs organes ; mais les caractères ostéologiques qui les distinguent nettement consistent en l'absence des os *marsupiaux*, destinés, chez les didelphiens, à soutenir les parois de la cavité viscérale en avant du bassin.

§ I. MAMMIFÈRES MONODELPHIENS.

En prenant pour base l'organe du toucher ou de la locomotion, on a divisé les mammifères monodelphiens en ordres, qui ont des représentants à l'état fossile.

Premier ordre. BIMANES. — Les *bimanes* ne renferment qu'un seul genre, le genre *homo.*

et ce genre ne contient qu'une seule espèce, l'*homme*. (*Voy.* ce mot.)

Deuxième ordre. Quadrumanes. — (*Voy.* Singes.)

Troisième ordre. Carnassiers. — Parmi les carnassiers que Cuvier sépare sous le nom de *plantigrades*, on rencontre, à l'état fossile, les genres suivants :

Le genre *ursus* renferme plusieurs espèces dont aucune n'a son analogue vivant. On cite l'*U. cultridens*, dans l'étage falunien de Sansan, et à Georgen-Gmünd, en Bavière. Dans l'étage subapennin, les couches meubles supérieures du val d'Arno ont fourni l'*ursus cultridens*. Des dépôts du même âge ont offert, aux environs de Montpellier et au Puy-de-Dôme, l'*ursus arvernensis* et *cultridens*. Les cavernes et le diluvien, peut-être du même âge, de la France, de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la Belgique, et quelques brèches osseuses, en ont offert des débris. Ces débris se rapportent généralement à l'*ursus spelæus* de Blumenbach, que Cuvier appelait l'*ours des cavernes*, *ours à front bombé*. Cette espèce est effectivement caractérisée en ce que chaque os frontal forme une protubérance arrondie, de telle sorte que, relevée sur la partie postérieure du front, la ligne du profil tombe, par une pente très-inclinée, sur la base du nez. L'ours des cavernes avait une taille au moins d'un quart en sus des plus grands ours actuels. On rencontre encore, mais plus rarement, dans les cavernes du midi de la France, l'*U. arctoideus*, *pittorii*, et *metopoleianus*. L'*ursus giganteus* et *leodiensis* existent dans les cavernes de Liége avec plusieurs ossements de l'*U. priscus*, qu'on a trouvé plus spécialement dans la caverne de Gailenreuth. M. Milne Edwards a cité un fragment de crâne d'ours, dans une brèche osseuse d'Oran, en Algérie. Enfin, M. Lund a trouvé les débris de son *ursus brasiliensis* dans les cavernes du Brésil.

Les genres perdus suivants sont connus à l'état fossile.

Le genre *agnotherium*, Kaup, a été trouvé dans les cavernes d'Eppelsheim.

Le genre *amphycyon*, Lartet, dans l'étage falunien de Sansan.

Le genre *tænotherium*, Blainville, dans les gypses de l'étage parisien.

Le genre *amphyaretos*, Blainv., dans les collines subhimalayennes de l'étage probablement falunien.

Les genres encore existants ont montré le genre *meles* (*meles antediluvianus*, Schm.), dans les cavernes de Belgique, de France, d'Angleterre et d'Allemagne.

Parmi les carnassiers que Cuvier sépare sous le nom de *digitigrades*, les uns ont, en arrière de la carnassière d'en haut et d'en bas, une seule dent tuberculeuse ; leurs pattes sont brèves, et leur corps long et effilé : on les a nommés pour cette raison *vermiformes*. Tels sont les putois, les martres, les loutres, les mouffettes. Les autres ont deux dents tuberculeuses plates derrière la carnassière supérieure, qui elle-même a un talon assez large ; tels sont les chiens et les civettes ; enfin les autres n'ont point de dents derrière la carnassière d'en bas ; tels sont les chiens et les hyènes.

Parmi les genres encore existants de cette série, le genre *hyæna* est le plus intéressant. Les diverses espèces d'hyènes vivantes habitent actuellement les parties chaudes de l'ancien continent (Perse, Arabie, Abyssinie, Cap) ; or, le même genre se trouve abondamment répandu en espèces et en individus, à l'état fossile, sur tous les points de l'Europe. On connaît plusieurs espèces fossiles d'hyènes, qui toutes sont perdues pour la nature actuelle. L'une des plus remarquables est l'*hyæna spælea*. Godf., dont les restes se rencontrent dans la plupart des cavernes osseuses du continent.

Les quatre genres qui ont laissé des débris encore assez nombreux dans les couches terrestres, sont : le genre *lutra*, dont on compte quatre à cinq espèces dans l'étage falunien.

Le genre *canis* (chien, renard, loup), qui ont montré plus de vingt espèces, depuis l'étage parisien ;

Le genre *felis* (chat, tigre, lion, lynx), dont on connaît vingt espèces dans les étages supérieurs ;

Le genre *viverra* se montre depuis l'étage parisien ;

Le genre *mustela*, depuis l'étage falunien. Ces espèces se trouvent à Eppelsheim, à Altstatd, près de Mœsskirch (Allemagne), au Puy-de-Dôme, en Auvergne ; à Saint-Géran (Allier) ; dans l'Himalaya.

Les genres qui n'ont pas de représentants actuels sont les suivants : le genre *pterodon*, Blainville, de l'étage falunien ;

Le genre *machairodus*, Kaup., de l'étage falunien d'Altstadt, près de Mœsskirch ;

Le genre *amyxodon*, Cault. et Falc., de l'étage falunien de l'Himalaya ;

Le genre *hyænodon* de Layser, d'Auvergne ;

Enfin les genres *speothos*, *smilodon*, et *icticyon*, Lund, des cavernes du Brésil, probablement de l'étage subapennin, comme les ossements des pampas.

Quatrième ordre. Amphibies. — Les extrémités ne sont plus disposées spécialement pour la marche, mais au contraire, pour la natation ; aussi les os des membres sont-ils courts et munis d'articulations anguleuses, en rapport avec le peu de mouvements qu'ils exécutent : ils ont le bassin étroit, les apophyses des vertèbres grêles et écartées, la dentition des vrais carnassiers, etc. On les divise en deux tribus : les phoques, les morses. Les phoques (*phoca*) ont quatre ou six incisives en haut, quatre en bas ; leurs canines sont pointues et leurs mâchelières, au nombre de vingt, vingt-deux ou vingt-quatre, sont toutes tranchantes ou coniques, sans aucune partie tuberculeuse, et ne peuvent être distinguées en fausses et vraies molaires, comme celles des carnassiers. Les morses (*trichechus*) ont à la mâchoire supérieure deux énormes canines, qui se dirigent en bas et atteignent souvent jusqu'à deux

pieds de long. Entre ces défenses sont placées deux incisives semblables aux molaires qui, au nombre de quatre de chaque côté, en haut et en bas, ont toutes la forme de cylindres courts et tronqués. La mâchoire inférieure manque d'incisives et de canines. On connaît quelques débris de ces genres, dans les étages faluniens de la Touraine, d'Angers, de Dax, en France; du Suffolk, en Angleterre; dans les couches de l'étage subapennin de Baltrigen (Souabe); dans la Virginie, etc.

Cinquième ordre. Cheiroptères. — Tous les genres fossiles appartiennent aux genres actuellement existants. Le genre *vespertilio* a montré des représentants (*V. Parisiensis*, Cuv.) dans les gypses de l'étage parisien, dans les étages supérieurs de Weisenau, d'OEningen, dans les cavernes de Liége, du Kent et au Brésil.

Le genre *molossus* a montré des espèces dans l'étage parisien de Kyson (Suffolk) et dans les cavernes du Brésil.

Les genres *rhinolophus*, Geoffroy, et *phyllostoma*, Cuvier, aujourd'hui propres à l'Amérique, ont aussi montré leurs espèces fossiles dans les cavernes du Brésil.

Sixième ordre, Insectivores. — Les genres éteints sont au nombre de quatre :

Le genre *palæcosphalax*, Owen, des cavernes d'Angleterre.

Le genre *oxygomphius*, Meyer, de l'étage falunien d'Allemagne.

Le genre *dimylus*, Meyer, de l'étage falunien.

Le genre *spalacodon*, Charl., de l'étage subapennin d'Angleterre.

Les genres encore existants sont : les *erinaceus*, Linné, dont l'*E. arvernensis*, Croizet, dépassait des deux tiers la taille de notre hérisson, et se trouve dans l'étage falunien d'Auvergne, et une autre à Sansan.

Le genre *centenes*, Illiger, a offert une espèce en Auvergne, dans l'étage peut-être subapennin.

Septième ordre. Rongeurs. — On rencontre un grand nombre de genres éteints, et d'autres qui ont encore des représentants dans la nature actuelle. Les premiers sont : Le genre *megamy*, d'Orb., de l'étage falunien de la Patagonie (Amérique méridionale).

Le genre *archæomys*, de Layse et de Parieu. L'*A. arvernensis* s'est montré dans l'étage falunien de l'Auvergne ;

Le genre *lonchophorus*, Lund, des cavernes du Brésil ;

Le genre *trogontherium*, Fischer, qui représente une portion de mâchoire inférieure du *trogontherium Cuvieri*, Owen (*Castor gigantesque* de Cuvier), trouvée à Bacton, côte de Norfolk, dans l'étage parisien.

Le genre *steneofiber*, Geoffroy, de l'étage falunien de France ;

Le genre *palæomys*, Kaup, de l'étage falunien d'Eppelsheim ;

Le genre *chalichomys*, Kaup, une espèce du même lieu ;

Le genre *chelodus*, Kaup, une espèce du même lieu ;

Le genre *theridomys*, Jourdan, de l'étage subapennin de France, et quelques autres mal déterminés.

Les genres encore existants sont les suivants :

Genre *sciurus*, Linné, dont une espèce est de l'étage parisien ;

Genre *arctomys*, Gmelin, de l'étage falunien des environs de Mayenne, à Eppelsheim, Weisenau ;

Genre *myoxus*, Gmelin, de l'étage parisien de Montmartre ;

Genre *mus*, Linné, des étages falunien et subapennin, dans les cavernes et dans les brèches osseuses des deux continents ; on en connaît plus de vingt espèces ;

Genre *cricetus*, Cuvier, de l'étage falunien et des cavernes d'Europe ;

Genre *dipus*, Gmelin, dans les cavernes de l'Allemagne ;

Genre *arvicola*, Lacépède, de l'étage falunien et subapennin, de l'Himalaya, du Puy-de-Dôme et à OEningen ;

Genre *dasyprocta*, Illiger, dans les cavernes du Brésil, mais aussi dans les sables supérieurs et les cavernes de Liége, et du Puy-de-Dôme, en Auvergne. Ce fait est d'autant plus curieux, que les *dasyprocta* sont aujourd'hui spéciaux à l'Amérique méridionale ;

Genre *aulacodon;* Swind, des cavernes du Brésil ;

Genre *echimys*, Geoffroy, des étages subapennins d'Auvergne; c'est un fait curieux, car les *echimys* sont de l'Inde et de l'Amérique ;

Genre *ctenomys*, Blainville, deux espèces sont de l'étage subapennin des pampas, de Buenos-Ayres et des cavernes du Brésil ;

Genre *castor*, Linné, de l'étage falunien et subapennin de Russie, d'Allemagne et de France ;

Genre *myopotamus*, Commerson, des cavernes du Brésil ;

Genre *spermophylus*, Cuvier. On connaît deux espèces de l'étage falunien de Mayence. Du reste, beaucoup des espèces du genre *mus*, surtout, ont besoin d'être revues avec beaucoup de soin, pour savoir si elles diffèrent des espèces vivantes. Or ne se pourrait-il pas que le plus grand nombre d'entre elles eussent appartenu à des individus plus ou moins récents, qui auraient habité les cavernes postérieurement à leur remplissage par les ossements des autres mammifères qu'on y rencontre? Leur habitude de vivre dans les trous et de se fabriquer des habitations souterraines porterait à le croire.

A l'exception des genres *dasyprocta* et *echimys*, rencontrés fossiles en Europe, tandis qu'ils n'habitent plus aujourd'hui que l'Amérique méridionale, tous les autres genres se rencontrent aujourd'hui fossiles sur les mêmes lieux qu'ils habitent encore; mais ces deux exceptions, jointes à quelques autres, chez les *chéiroptères*, et chez les *pachydermes*, suffisent pour démontrer qu'il en est des mammifères comme des autres séries animales, qui ne subissent nullement,

dans les temps passés, la répartition géographique actuelle.

Huitième ordre. Edentés. Les mammifères qui composent cet ordre ont pour caractère principal l'absence de dents sur le devant de la bouche ; les doigts sont garnis d'ongles très-forts, arqués et solides, qui se rapprochent plus ou moins, de la nature de la corne, et enveloppent le doigt, un peu comme dans les ordres qui vont suivre. On les divise en familles, dont deux ont des représentants à l'état fossile.

Première famille. — lipodonta, qui se rapprochent le plus des fourmiliers, toujours dépourvus de mâchelières, et dès lors de toute dent. On compte, dans cette famille, trois genres perdus et un seul genre existant encore. Genres perdus : genre *glossotherium*, Owen, des pampas de Buenos-Ayres et des cavernes du Brésil.

Genre *macrotherium*, Lartet. L'un des deux seuls édentés fossiles que l'on ait trouvés jusqu'aujourd'hui en Europe a été créé d'après quelques ossements et quelques débris de dents molaires découverts dans l'étage falunien du dépôt de Lansan. Le *macrotherium* avait les phalanges unguéales des pangolins et des dents semblables à celles des paresseux. Certains auteurs ont pensé qu'une espèce de pangolin, qu'on cite également à Eppelsheim, et qu'on a caractérisée par une seule phalange unguéale, découverte dans le dépôt de cette localité, appartiendrait au *macrotherium*.

Deux genres existants ont encore des représentants actuels, le *myrmecophaga*, dont M. Lund a découvert deux espèces dans les cavernes du Brésil.

Le genre *orycteropus*, Desmarets, dont on connaît des espèces dans l'étage subapennin des pampas.

Seconde famille des dasypides. — Cette famille renferme les *dasypus*, caractérisés par le manque de dents canines. Leurs dents molaires sont cylindriques, mais leur caractère particulier et le plus remarquable est le test écailleux et dur, composé de compartiments semblables à de petits pavés, recouvrant leur têtes, leur corps et souvent leur queue. Cette substance forme un bouclier sur le front, un second très grand et très-convexe sur les épaules, un troisième semblable au précédent sur la croupe, et entre ces deux derniers, plusieurs bandes parallèles mobiles, qui donnent au corps la faculté de se ployer. La queue est tantôt garnie d'anneaux successifs, tantôt seulement comme les jambes et divers tubercules.

Parmi les genres perdus qui se groupent autour des *dasypus*, on peut citer le genre *glyptodon*, Owen. On n'en connaît encore qu'une seule espèce, c'est le genre *clavipes*, Owen (décrit en 1838 sous le nom de *dasypus giganteus*, par MM. Vilardebo et Isabelle), dont la taille égalait le tiers environ de celle du *megatherium*. Ses formes le rapprochent essentiellement des tatous. Ses dents, au nombre de seize à chaque mâchoire, sont creusées latéralement de deux larges et profonds sillons qui en divisent la surface molaire en trois portions ; de là le nom de *glyptodon*. Le pied de derrière a une forme très-remarquable ; il est massif, et ses phalanges unguéales sont courtes et déprimées. L'animal était protégé à l'extérieur par une carapace solide, composée de plaques qui, vues en dessous, paraissent hexagonales et sont unies par des sutures dentées, et qui, au contraire, forment en dessus des sortes de doubles rosettes. C'était un animal de taille gigantesque, propre à l'étage subapennin des pampas de Buenos-Ayres.

Genre *clamydotherium*, Lund, deux espèces des cavernes du Brésil.

Genre *hoplophorus*, Lund, trois espèces des cavernes du Brésil.

Genre *pachytherium*, Lund, des mêmes lieux.

Genre *euryodon*, Lund, des mêmes lieux.

Genre *xenurus*, Lund, encore des mêmes lieux.

Le seul genre existant aujourd'hui, qui a montré de nombreux restes fossiles, est le genre *dasypus*, Linné, dont on connaît des espèces fossiles dans les couches de l'étage subapennin de France (*D. fossilis*), dans les cavernes du Brésil et dans l'Amérique du Nord.

Troisième famille des mégathérides. — Cette division est exclusivement composée de genres perdus pour l'époque actuelle. Genre *megatherium*, Cuvier, (*Voy.* ce mot).

Genre *megalonyx*, Jefferson. Il avait de grands rapports avec le paresseux : les membres antérieurs, en effet, étaient beaucoup plus longs que les postérieurs, et l'articulation du pied était très-oblique sur la jambe. La queue de cet animal était forte et solide, ses formes, en général, étaient toutefois moins lourdes que celles du *megatherium*. Il est propre aux cavernes du Brésil, où il a montré quatre espèces.

Genre *mylodon*, Owen. De même que les deux genres précédents, celui-ci est allié de très-près au paresseux ; il a été trouvé, du reste, dans les mêmes gisements. Ses dimensions n'étaient pas, à beaucoup près, aussi considérables que celles du mégathérium ; mais l'animal ne différait guère de celui-ci que par les caractères des dents ; celles-ci, au nombre de dix-huit, quatre molaires de chaque côté à la mâchoire inférieure, et cinq de chaque côté à la mâchoire supérieure, comme chez le mégathérium, n'étaient plus similaires comme celles du dernier animal ; mais à la mâchoire supérieure, la première était subelliptique, la seconde elliptique, et les autres triangulaires, à surface interne creusée d'un sillon ; à la mâchoire inférieure, la première était elliptique, la pénultième tétragone, et la dernière grande et bilobée. Toutes ces dents sont à surface usée, plane ; forme indiquant naturellement que l'animal se nourrissait de végétaux, et dans ceux-ci choisissait probablement les feuilles et les tendres

bourgeons. Suivant M. Owen, le mylodon formerait un lien entre les animaux onguiculés et les animaux ongulés; et effectivement, il présente à la fois des sabots et des griffes à chaque pied. Les trois espèces connues sont propres à l'étage subapennin des Pampas de Buenos-Ayres.

Genre *sælidotherium*, Owen, une espèce propre à l'étage subapennin des pampas.

Genre *platyonyx*, Lund. On en connaît six espèces propres à l'étage subapennin des cavernes du Brésil.

Genre *cælodon*, Lund, de la même époque, des cavernes du Brésil.

Genre *sphenodon*, Lund, de la même époque et des mêmes lieux.

Les édentés, représentés par quelques genres seulement, à l'époque actuelle, avaient leur maximum de développement de formes génériques à l'époque de l'étage subapennin, c'est-à-dire à l'époque qui nous a précédés à la surface du globe

Neuvième ordre. Pachidermes. — Ce sont des mammifères dont les doigts ne sont plus libres, mais bien enveloppés d'un sabot corné. Presque tous sont herbivores. On les divise en plusieurs familles.

Famille des éléphasides ou proboscidiens pourvus de cinq doigts à tous les pieds, de défenses longues sortant de la bouche, et d'une longue trompe servant à la préhension, dont le type est l'éléphant, *elephas*, Linné. Il y a des genres perdus et d'autres encore existants. Parmi les premiers se remarquent les genres suivants : Genre *Mastodon*, Cuvier. Cet animal présentait, en général, les formes extérieures de l'éléphant; mais il en différait essentiellement par ses molaires : celles-ci étaient surmontées de mamelons coniques, du moins dans le jeune âge de la dent, au lieu de présenter une couronne plane, comme celle des éléphants; de plus, la mâchoire inférieure était munie, dans le jeune âge, de deux petites défenses. A part ces différences, le système osseux du mastodonte était, à peu de chose près, celui des éléphants. Si l'on en croit les descriptions données, jusqu'à ce jour, de différents débris des mastodontes, ce genre compterait au moins quinze à vingt espèces, parmi lesquelles deux ou trois beaucoup plus distinctes et plus répandues que toutes les autres, ou plus caractéristiques des terrains. Le *M. giganteus*, Cuv., de l'étage subapennin des États-Unis, en Europe, en Asie et à la Nouvelle-Hollande. Le *M. angustidens*, Cuv., de l'étage falunien, à Eppelsheim, à Georgens-Gmünd (Allemagne), à Sansan (Gers), d'Amérique et d'Asie. Le *M. longirostris*, Kaup., de l'étage falunien d'Allemagne et de France. Les autres sont d'Amérique, d'Asie, d'Europe.

Genre *dinotherium*. (*Voy.* ce mot.)

Le genre *elephas* montre des espèces perdues et des espèces encore vivantes. Ce genre est caractérisé, à la mâchoire supérieure, par deux énormes défenses : celles-ci ne sont autre chose que des incisives qui ont pris un accroissement extrême et se sont recourbées en bas et en avant. Avec les défenses, on remarque, à chaque mâchoire, de chaque côté, une ou deux molaires composées de lames de substance osseuse, enveloppées d'émail, et liées ensemble par de la substance corticale, comme il arrive chez beaucoup de rongeurs; la couronne offre une surface sensiblement plane. Au lieu de se remplacer verticalement, ainsi que chez les autres mammifères, les molaires se remplacent d'arrière en avant, de façon qu'à mesure qu'une mâchelière s'use, elle est, en même temps, poussée en avant par celle qui vient après. Il en résulte que l'animal a tantôt une, tantôt deux mâchelières de chaque côté, suivant les époques. On a cité jusqu'à présent huit ou dix espèces fossiles. La plus connue est l'*E. primigenius*, Blumenbach, ou mammouth, caractérisé par les lames plus rapprochées de ses molaires. On l'a rencontré fossile en Europe, dans l'Amérique septentrionale, dans l'Asie septentrionale, vers les régions polaires, principalement en Sibérie. On sait que le premier individu complet a été trouvé sur les bords de la mer Glaciale, récemment détaché de la glace où il était enveloppé, avec ses chairs et sa peau, couverte de crins noirs ayant jusqu'à quarante-deux centimètres de longueur, et d'une espèce de laine rougeâtre très-abondante. Transportée par les courants vers le pôle, à la fin de la dernière période géologique, ou anéantie sur les lieux mêmes, cette espèce n'en est pas moins perdue pour l'époque actuelle. Les autres espèces paraissent être de la même époque, en France, en Italie, en Belgique, en Allemagne et dans l'Himalaya. (*Voy.* Mammouth.

Les *pachydermes ordinaires*, sans trompe préhensible, manquent encore de défense développée, et ont quatre, trois ou deux doigts aux pieds. Les genres perdus de cette division sont les suivants : Genre *chæropotamus*, Cuvier. Dents molaires intermédiaires entre celles des pécaris et des hippopotames; canines courtes et aplaties à la mâchoire inférieure. Les deux premières espèces sont de l'étage parisien à Montmartre, et de l'île de Wight, et trois autres de l'étage subapennin de France et d'Asie.

Genre *hyracotherium*, Owen (ainsi nommé à cause de la grandeur de ses orbites). Il rappelle le *chæropotamus* pour la dentition, avec la différence que les molaires antérieures sont plus grandes, à proportion, et plus compliquées; les canines sont celles des pécaris. Les deux espèces connues sont de l'étage parisien d'Angleterre.

Genre *anthracotherium*, Cuvier. Il ressemble aux cochons par les molaires de la mâchoire inférieure; il présente aussi de l'analogie avec les *anoplotherium* par ses molaires supérieures. Ces molaires sont au nombre de sept; les canines ressemblent à celles des tapirs; les incisives inférieures, au nombre de quatre, sont couchées en avant, comme celles des cochons. Le nom d'anthracotherium a été donné à ce genre très-remarquable, parce que, dans l'une des

premières localités où l'on en ait trouvé des débris (Cadibona, près de Savone, Piémont), ces débris, renfermés dans les lignites, sont fortement noircis par du charbon. On en connaît cinq espèces, dont trois paraissent être de l'étage parisien, les autres de l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan.

Genre *lophiodon*, Cuvier. Voisin des *tapirs*, ce genre en diffère par les premières molaires supérieures, qui ne présentent qu'une seule colline, par les molaires postérieures pourvues de trois collines au lieu de deux, et parce que toutes ces dents ont des collines plus obliques. Ce genre a fourni de nombreuses espèces, et ses débris, dans l'étage falunien, sont, en quelque sorte caractéristiques. On en connaît onze espèces fossiles : deux paraissent être de l'étage suessonien, les autres de l'étage falunien de France et d'Allemagne, à Eppelsheim, à Argentan, à Boutonnet.

Genre *palæotherium*, Cuvier. Il a quarante-quatre dents, savoir $\frac{6}{6}$ incisives, $\frac{1}{1}$ canines aiguës et un peu plus longues que les incisives, et $\frac{7}{7}$ molaires dont les supérieures sont carrées, et dont les inférieures sont formées de deux croissants. Leurs os nasaux, relevés comme dans les tapirs, montrent qu'ils ont eu une petite trompe flexible; leurs pieds antérieurs et postérieurs ont trois doigts. Leurs formes extérieures rappelaient celles des tapirs. On en connaît déjà onze à douze espèces. Le maximum de développement du genre a eu lieu avec l'étage parisien de Montmartre et de Londres, où l'on en compte neuf espèces ; les autres sont de l'étage falunien de Sansan.

Genre *anoplotherium*. Cuvier considérait ce genre comme ayant à la fois des affinités avec les rhinocéros, les chevaux, les hippopotames, les cochons, les chameaux. Ses caractères principaux sont les suivants : quarante-quatre dents disposées en une série continue et sans interruption, caractère que l'on ne retrouve que dans l'homme et dans les singes. On compte $\frac{6}{6}$ incisives, $\frac{1}{1}=\frac{1}{1}$ canines qui ne dépassent pas les incisives, et qui leur ressemblent pour leur forme, et $\frac{7}{7}=\frac{7}{7}$ molaires, dont les antérieures sont comprimées, et dont les postérieures sont carrées à la mâchoire supérieure et à deux croissants à la mâchoire inférieure. Les pieds antérieurs et postérieurs n'ont que deux doigts développés comme chez les ruminants, et, dans quelques espèces, portent de petits doigts accessoires; mais les os du métacarpe et du métatarse ne forment point de canons, et, comme dans les autres pachydermes, restent toujours séparés. Des trois espèces connues, deux sont de l'étage parisien de Montmartre, de l'île de Wight en Angleterre, et de Egerkeingen (Soleure), la troisième de l'étage subapennin d'Asie.

Les autres genres perdus sont les suivants : Genre *potamohippus*, Jæger, de l'étage subapennin de Souabe.

Genre *chærotherium*, Cauteley et Falconer, voisin du *sus*, de l'étage subapennin de l'Himalaya.

Genre *xiphodon*, Cuvier; une seule espèce de l'étage parisien de France.

Genre *adapis*, Cuvier; la seule espèce de l'étage parisien de Montmartre.

Genre *hypotherium*, Meyer. Des quatre espèces connues, l'une est de l'étage parisien de Londres, une de l'étage falunien de Weisenau, les autres sont de l'étage subapennin.

Genre *macrochenia*, Owen; une espèce de l'étage falunien de Patagonie.

Genre *toxodon*, Owen. Des deux espèces connues de la république Argentine, l'une est de l'étage falunien (*T. paranensis*), l'autre de l'étage subapennin des pampas (*T. platensis*).

Genre *elasmotherium*, Fischer; deux espèces de l'étage subapennin de Russie.

Genre *chalicotherium*, Kaup.; les deux espèces connues sont de l'étage falunien d'Eppelsheim.

Genre *oplotherium*, de Layser et Parieu; les trois espèces connues sont de l'étage falunien de Weisenau, d'Auvergne, et une d'Asie,

Les genres de pachydermes fossiles encore vivants sont les suivants : genre *hippopotamus*, Linné. Les pieds sont fourchus, les doigts en nombre pair. Les espèces fossiles trouvées en Europe ont $\frac{4}{4}$ incisives, tandis que les espèces fossiles de l'Inde paraissent en avoir eu $\frac{6}{6}$. On rencontre les espèces fossiles dans l'étage subapennin d'Europe, de l'Amérique septentrionale, de la Nouvelle-Hollande, de l'Himalaya.

Genre *dicotyles*, Cuvier. Les espèces fossiles sont le double plus nombreuses que les espèces vivantes. On en connaît cinq dans les cavernes du Brésil.

Genre *sus*, Linné. Les molaires sont au nombre de vingt-quatre ou vingt-huit, à couronne tuberculeuse au fond de la bouche, mais plus ou moins comprimées et tranchantes en avant. Trois espèces ont paru dans l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan; les autres sont de l'étage subapennin des cavernes et des brèches d'Europe.

Les autres genres, qui ont les doigts impairs, n'ont plus les pieds fourchus. Genre *rhinocéros*, Linné. Une des espèces fossiles, le *R. tichorhinus*, Cuvier, devait avoir deux cornes. On en connaît, en tout, une dizaine d'espèces fossiles, dont quatre de l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan; parmi celles de l'étage subapennin, le *R. tichorhinus*, Cuvier, se rencontre partout, et jusque dans les glaces du pôle nord.

Genre *tapirus*, Linné. Ils ont, à chaque mâchoire, six incisives et deux canines, séparées par un intervalle vide des molaires, qui sont au nombre de quatorze en haut et de douze en bas. On en connaît six espèces fossiles, les unes de l'étage falunien d'Eppelsheim, les autres de l'étage subapennin d'Auvergne et du Brésil.

Famille des SOLIPÈDES, *solidungula*, caractérisés par l'existence d'un doigt unique, ou du moins un seul sabot à chaque pied. On rapporte à cette famille le genre éteint *hip-*

potherium, Kaup. Cet animal, s'il appartient bien réellement à la famille des solipèdes, était caractérisé par la structure de ses molaires, dont la lame d'émail forme, dans l'intérieur de la dent, des plis nombreux en zigzag, et par la nature du pied antérieur, qui présentait des rudiments d'un quatrième doigt. L'*hippotherium* a été trouvé à Eppelsheim, étage falunien.

Le type encore vivant de la famille est le genre cheval, *equus*, Linné, dont la tête est allongée, un peu comprimée latéralement. Chaque mâchoire porte six incisives, suivies de chaque côté d'une canine, qui manque souvent chez les femelles, à la mâchoire inférieure surtout, et d'une série de six molaires à couronne carrée, marquée de cinq croissants, deux extérieurs et trois intérieurs, formés par des lames d'émail qui s'y enfoncent; entre les canines et les molaires se trouve un grand espace vide. Les espèces fossiles sont de l'étage subapennin d'Europe, d'Asie, des pampas et des cavernes de l'Amérique méridionale, où le genre n'existait pas vivant, avant la conquête.

Dixième ordre. Ruminants. — Leurs principaux caractères sont : le manque d'incisives à la mâchoire supérieure, les pieds pourvus de sabots, et, souvent, le front armé de cornes soutenues par un axe osseux; ils ont, de plus, six ou huit incisives à la mâchoire inférieure. Entre les incisives et les molaires, il existe généralement un espace vide; chez quelques genres, seulement, des canines. Les molaires sont presque toujours au nombre de $\frac{6}{6}$ $\frac{6}{6}$, à couronne large et marquée de deux doubles croissants, dont la convexité est tournée en dedans dans les supérieures et en dehors dans les inférieures. Les pieds sont terminés par deux doigts, dont les os métacarpiens et métatarsiens sont réunis en un seul os, nommé *canon;* quelquefois, il existe, en outre, à la partie postérieure du pied, deux petits ergots, vestiges de doigts latéraux. Chez tous ces animaux, excepté chez les chameaux et chez les lamas, le pied est fourchu. Les jambes sont sèches, fines et longues; mais le fémur et l'humérus sont courts.

Première famille. Camelidæ. — Ils ont six incisives à la mâchoire inférieure, et le pied n'est plus fourchu. Ces incisives sont au nombre de deux en haut; il existe des canines à chaque mâchoire, et les molaires sont au nombre de vingt ou vingt-deux, au lieu de vingt-quatre. On connaît dans cette série un seul genre perdu, le genre *mericotherium*, Bojanus, des régions glacées de la Sibérie, étage subapennin.

Deux des genres vivants ont laissé des traces dans les couches géologiques, le genre *auchenia*, Illiger, dont deux espèces fossiles se sont rencontrées dans les cavernes du Brésil. On sait que les espèces vivantes sont spéciales à l'Amérique méridionale.

Genre *camelus*, Linné. On en connaît quatre espèces fossiles de l'étage subapennin : trois d'Asie et de France, et une de l'Amérique méridionale

Deuxième famille. Cervidæ. — Indépendamment des caractères également propres à la troisième famille, tels que les huit incisives à la mâchoire inférieure, le pied fourchu, ils ont des cornes caduques, non recouvertes d'un étui extérieur corné. On connaît de cette famille des genres perdus et d'autres encore représentés. Les genres perdus sont les suivants : genre *sivatherium*, Cautley et Falconer. Ce genre forme un passage assez naturel entre les grands pachydermes et les ruminants; en effet, tout en présentant les cornes qui caractérisent la plupart des animaux de ce dernier ordre, la tête était probablement munie d'une trompe, comme celle des proboscidiens, si l'on en juge, du moins, par la forme des os du nez, ceux-ci se relevant et se prolongeant en une voûte pointue, au-dessus des narines externes. Les cornes étaient au nombre de quatre, deux naissant du sourcil, entre les orbites, et s'écartant l'une de l'autre, et deux autres probables, plus courtes et plus massives, qui ont dû être posées sur des protubérances très-saillantes que présente le crâne dans sa partie supéro-postérieure. Cette portion du crâne offre, du reste, de l'analogie avec celle qui, chez l'éléphant, occupe une place semblable. La tête du *sivatherium* égalait à peu près en volume celle de l'éléphant; le cou de cet animal bizarre devait donc être bien plus fort et, par conséquent, plus court que celui de la girafe. A l'opposé de la tête, qui offrait un allongement remarquable dans un sens antéro-postérieur et inféro-supérieur, la face était courte, ce qui, joint à la forme des os du nez et à la direction même très-inclinée de la face et du front, contribuait à donner à cette tête une des formes assurément les plus singulières qu'il soit possible de rencontrer. Les molaires supérieures, les seules connues, sont au nombre de six, et présentent tout à fait les caractères de celles des ruminants. La seule espèce connue paraît être de l'étage falunien de l'Himalaya.

Genre *dremotherium*, Geoffroy, qui représente deux espèces dans l'étage subapennin d'Auvergne, en France.

Parmi les genres encore existants, le genre *cervus*, Linné, offre un très-grand nombre d'espèces fossiles, dont dix-huit dans l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan; les autres dans l'étage subapennin qui a précédé la faune actuelle. L'une des plus remarquables a été le *cervus megaceros*, Hart., ou *cerf à bois gigantesque* de Cuvier, dont les bois ne mesuraient pas moins de 3 mètres d'envergure; les perches de ces bois étaient palmées et dirigées horizontalement vers leur extrémité. Des tourbières d'Irlande, et d'une grande partie de l'Europe.

Genre *moschus*, Linné. On en connaît deux espèces fossiles des étages falunien d'Allemagne, et subapennin du Bengale.

Genre *camelopardalis*, Linné, dont trois espèces d'Asie et de France, étage subapennin.

Troisième famille. Bovidæ. — Leur carac-

tère principal est d'avoir des cornes persistantes, osseuses, revêtues de corne. Un seul genre de cette division n'existe plus, le genre *leptotherium*, Lund, des cavernes du Brésil.

Parmi les genres encore existants, le genre bœuf, *bos*, Linné, offre toutes ses espèces dans l'étage subapennin d'Europe, d'Asie et de l'Amérique septentrionale.

Genre *antilope*, Linné. On en connaît trois espèces de l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan, et quelques-unes de l'étage subapennin.

Genre *capra*, Linné. On en connaît quelques espèces dans l'étage qui a précédé l'époque actuelle.

Onzième ordre. CÉTACÉS, *cetacea*. — Leur forme générale se rapproche de celle des poissons. Ils manquent complétement de membres postérieurs; les membres antérieurs existent et se composent des mêmes os que ceux des ordres supérieurs des mammifères; mais, seulement, l'humérus et les os de l'avant-bras sont raccourcis, ceux de la main aplatis. Quelquefois les phalanges sont en plus grand nombre que chez les autres mammifères. On trouve, à la partie postérieure de l'abdomen, deux ou trois osselets rudimentaires suspendus dans les chairs, et qui sont les vestiges d'un bassin. Au-dessous des vertèbres caudales, on remarque des os en forme de V, dont la fonction, à l'état vivant, est de donner insertion aux muscles fléchisseurs de la queue. Les vertèbres cervicales, au nombre de sept, sont très-courtes, et, en général, presque toutes soudées ensemble. Enfin le rocher, portion du crâne qui contient l'oreille interne, au lieu d'être confondu avec les autres pièces du temporal, est séparé du reste de la tête, et n'y adhère que par les ligaments, etc., etc.

Famille des MANATIDÆ. Ils ont des dents molaires à couronne plate. Les uns, comme les *manatus*, n'ont, à l'âge adulte, ni incisives ni canines, et leurs molaires, à couronne carrée, sont au nombre de huit partout; les autres, comme les *halicore*, ont des défenses pointues qui sortent de la mâchoire supérieure. On connaît de cette famille plusieurs genres éteints. Genre *metaxytherium*, Cristol. Il avait le squelette et les défenses des dugongs, les molaires des lamentins. On connaît le squelette entier de cet animal. Le genre est propre à l'étage falunien de la Touraine et de Maine-et-Loire, et à l'étage subapennin.

Genre *zeuglodon*, Owen. Les molaires sont étranglées au milieu, au point qu'on les dirait formées de deux parties réunies par un mince pédicelle. La mâchoire inférieure est creusée en dedans, comme celle des cachalots. Des membres courts et déprimés prouvent que cet animal avait la forme des cétacés, et que la queue était son principal instrument de progression. L'espèce connue est de l'étage parisien d'Alabama, aux Etats-Unis.

Les deux genres encore existants sont : le genre *halicore*, Illiger, dont on connaît une espèce de l'étage falunien à Rodersdorf, en Suisse;

Le genre *manatus*, Cuvier, dont on cite une espèce dans l'étage falunien, une autre dans l'étage subapennin de l'Amérique septentrionale.

Famille des DELPHINIDÆ, dont la tête est généralement petite, proportionnée avec le corps, et dont les mâchoires sont pourvues de dents. On connaît deux genres éteints. Le genre *ziphius*, Cuvier. La tête diffère de celle des *hyperoodons*, en ce que les maxillaires ne se redressent point sur les côtés du museau en cloison verticale, et en ce que l'espèce de mur situé derrière les narines forme un demi-dôme au-dessus de ces cavités. On les trouve dans l'étage parisien de Provence, dans l'étage falunien d'Anvers.

Genre *balænodon*, Owen, de l'étage parisien de Felixtow, en Angleterre, où l'on en cite quatre espèces.

Les genres encore existants qu'on a pu reconnaître, d'après quelques os isolés, sont les suivants : genre *delphinus*, Linné, dont les deux mâchoires ont des dents simples nombreuses. On en connaît une espèce de l'étage parisien de l'Orne; les autres sont de l'étage falunien de Dax (Landes), de Maryland (Etats-Unis) et de l'étage subapennin.

Genre *monodon*, Linné, dont les mâchoires ont, pour toutes dents, de longues défenses droites implantées dans l'os maxillaire. On en a trouvé des débris dans le diluvium d'Angleterre et de Sibérie.

Genre *physeter*, Linné. Il a, avec le grand développement de tête des baleines, des dents coniques à la mâchoire inférieure. Une espèce est de l'étage falunien de Suffolk, en Angleterre, et d'autres débris appartiennent à l'Amérique septentrionale.

Famille des BALÆNIDÆ. Leur tête occupe au moins le tiers de la longueur totale, et leurs mâchoires sont toujours dépourvues de dents, et munies seulement de fanons cornés. Les genres suivants, fossiles, ont leur maximum de développement spécifique à l'époque actuelle. Genre *balænoptera*, Lacépède. Les trois espèces citées sont de l'étage subapennin de l'Italie.

Genre *balæna*, Linné, dans l'étage falunien de la haute Souabe, dans l'étage subapennin du Piémont et des Etats-Unis.

§ II. MAMMIFÈRES DIDELPHIENS.

Les petits naissent généralement dans l'état imparfait. Leurs caractères ostéologiques consistent, comme nous l'avons dit, dans la présence des os *marsupiaux*. Ces os partent de l'arcade du pubis, s'avancent de là, entre les muscles de l'abdomen, sous forme de V, destinés à soutenir la région mammaire et une sorte de poche ventrale où la mère loge ses petits. Les didelphes forment, en quelque sorte, une série parallèle à celle des monodelphes; en effet, ils se partagent en une série de groupes tout à fait comparables, pour certains caractères, à la plupart de ceux des monodelphes onguiculés. Parmi les mar-

supiaux, par exemple, les uns, les phalangers, ont le pouce plus ou moins opposable aux autres doigts; et, pourvus d'incisives, de canines et de molaires, représentent bien la division des quadrumanes; d'autres, comme les sarigues, ressemblent, par leur système dentaire, aux insectivores à longues incisives, et leurs molaires à collines transversales, correspondent aux rongeurs, par exemple, les phascolomes; enfin, par la disposition du système dentaire, ou par l'absence de dents, la division des monotrèmes se rapproche de l'ordre des édentés.

Devons-nous ranger dans la division des didelphes les fameux ossements fossiles trouvés à Stonesfield, en Angleterre, dans les couches jurassiques? On croit aujourd'hui que ces ossements appartiennent à des mammifères; mais il n'est pas tout à fait aussi certain qu'ils aient été des didelphes. Trois opinions ont été successivement émises sur leurs affinités : quelques auteurs les considèrent comme des insectivores monodelphes; d'autres les rapprochent des phoques, à cause de leurs dents nettement tricuspides; d'autres enfin y voient des didelphes. M. Owen admet cette dernière opinion comme la plus probable. Si cette opinion se confirme, elle consacrera l'un des faits les plus extraordinaires que puisse offrir l'histoire des premiers âges géologiques de la terre. Ce fait constaterait l'existence, à une époque géologique ancienne, d'animaux appartenant à une classe dont la création, si l'on en juge par tous les faits géologiques recueillis jusqu'à ce jour, ne devrait dater que des premiers temps de la période tertiaire. Malgré l'autorité des savants justement célèbres qui rapportent les fossiles de Stonesfield à de véritables mammifères, nous ne pouvons nous empêcher d'émettre encore quelque doutes. *En étudiant comparativement les formes animales de toutes les séries*, dit M d'Orbigny, *nous avons reconnu que les exceptions étaient le plus souvent basées sur de fausses déterminations. Des caractères internes irrécusables nous ont fait reconnaître, par exemple, que les prétendus* CONUS, *du lias de Normandie, quand le genre cone ne reparaît qu'à la fin de l'époque crétacée, bien qu'ils aient tous les caractères extérieurs de ce genre, appartiennent à une tout autre famille, dont les espèces fossiles sont nombreuses à cette époque. Nos doutes ne se fondent pas seulement sur cette règle générale, mais encore sur la présence de mâchoires inférieures à Stonesfield. Pourquoi, si ce sont de véritables mammifères, n'a-t-on jamais décrit des têtes osseuses ou tous autres ossements qui, joints à la mâchoire, confirmeraient la détermination? Tout en décrivant ici les genres en question, nous pensons qu'ils pourraient appartenir aux reptiles, comme on l'a déjà pensé; ou bien que des mâchoires inférieures, comme la partie la plus étroite, seraient tombées des étages tertiaires dans des fentes des étages jurassiques, comme nous l'avons vu pour les coquilles de l'étage liasien de Fontaine-Etoupe four (Calvados), renfermées dans les fossiles de grès de l'étage silurien inférieur.*

Les deux genres rencontrés dans ces conditions, sont : le genre *phascolotherium*, Broderip, qui se rapproche des didelphes par trois molaires fausses et quatre vraies. La seule espèce connue appartient aux terrains jurassiques de Stonesfield.

Le genre *thylacotherium*, Owen, voisin des didelphes, s'en distinguait par des molaires plus petites et plus nombreuses. On connaît deux espèces du même lieu.

Les genres encore existants sont les suivants : genre *didelphis*, Linné. Quand toutes les espèces vivantes sont propres à l'Amérique, il est curieux d'en rencontrer deux dans l'étage parisien de Montmartre, près de Paris, à Provins et à Kyson (Suffolk); les autres sont des cavernes du Brésil.

Genre *dasyurus*, Geoffroy. Une espèce des cavernes de la Nouvelle-Hollande.

Genre *thylacinus*, Temminck. Une espèce est des mêmes lieux.

Genre *halmaturus*, Illiger. Quelques espèces sont fossiles des cavernes de la Nouvelle-Hollande.

Genre *hypsiprinnus*, Illiger. Une espèce est des mêmes lieux.

§ III. Résumé paléontologique sur les mammifères.

Comparaison générale.—En jetant un coup d'œil sur la répartition chronologique des genres et des espèces de mammifères à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle, on est, tout de suite, frappé de ces faits généraux, qu'à l'exception de deux formes encore douteuses, l'ensemble des mammifères manque dans les quatre premiers âges géologiques du monde, mais qu'ils se sont montrés très-nombreux avec les terrains tertiaires, et qu'ils ont toujours marché en progression croissante depuis leur première apparition jusqu'à la dernière époque qui nous a précédés sur la terre. On voit encore que les formes génériques qui, à chacun des étages, ont cessé d'exister, sont souvent en nombre supérieur aux genres qui se sont conservés jusqu'à nos jours. Ainsi, d'un côté, progression croissante de l'ensemble, et, de l'autre, des formes animales éteintes dans les âges géologiques et complétement inconnus dans la faune actuelle.

Comparaison des ordres entre eux.—Avant de pousser plus loin les comparaisons générales, nous allons comparer les ordres entre eux, pour reconnaître si les diverses séries connues aujourd'hui à l'état fossile, ont été réparties d'une manière uniforme, suivant leur instant d'apparition à la surface du globe.

Les *didelphes*.—Si, tout en doutant du classement des fameux didelphes de Stonesfield parmi les mammifères, nous les y plaçons provisoirement, nous verrons qu'ils ont paru à l'époque jurassique de l'étage bathonien; c'est-à-dire *treize* étages avant tous les autres mammifères, à une époque où les grands

reptiles sauriens purement marins atteignaient leur maximum de développement, et où l'on ne connaissait pas encore d'animaux purement terrestres. Après ces animaux exceptionnels et douteux, les vrais didelphes se sont montrés pour la première fois, avec les autres mammifères, dans les terrains tertiaires de l'étage parisien ; de cette époque où ils étaient représentés par un *seul* genre, ils ont encore laissé quelques traces dans l'étage subapennin, tandis qu'ils sont aujourd'hui représentés par plus de *quatorze* formes génériques différentes. En résumé, le maximum des genres se trouvant à l'époque actuelle, leur développement zoologique est en progression croissante.

Les *carnivores* se sont montrés, d'abord, à la surface du globe, sous *trois* formes génériques, avec l'étage suessonien, le premier des terrains tertiaires; l'étage parisien n'en a pas offert davantage ; l'étage falunien en contient *treize*, l'étage subapennin *onze;* tandis que le maximum est dans la faune actuelle, où l'on en connaît plus de *vingt-cinq;* ainsi le développement zoologique des carnivores serait de nos jours en progression croissante.

Les *rongeurs* présentent leur *premier* genre dans le plus ancien des étages tertiaires, l'étage suessonien. *Trois genres* sont connus dans l'étage parisien ; *dix* dans l'étage falunien, et *sept* dans l'étage subapennin. La faune actuelle étant représentée par un maximum d'au moins *cinquante* formes zoologiques, on voit que l'ordre des rongeurs est encore en progression croissante.

Les *pachydermes* offrent leurs deux premiers genres avec l'étage suessonien, qui est, des terrains tertiaires, le plus anciennement déposé. L'étage parisien en renferme *huit*. Leur maximum de développement zoologique a eu lieu durant les étages falunien et subapennin, qui montrent chacun *quinze* genres, tandis que la faune actuelle n'en contient que *neuf*. Contrairement aux trois ordres qui précèdent, les pachydermes seraient actuellement dans une période décroissante, puisque leur maximum a eu lieu à une époque passée.

Les *quadrumanes* manquent, jusqu'à présent, dans le premier étage tertiaire ; ils sont représentés par une seule dent au sein de l'étage parisien ; par *deux* genres dans l'étage falunien, et par *quatre* seulement dans l'étage subapennin; tandis que la faune actuelle montre un maximum d'au moins *trente* genres. Les quadrumanes sont donc en progression croissante dans la faune contemporaine.

Les *cheiroptères* manquent dans l'étage suessonien; ils offrent à peine *un* genre avec l'étage parisien, *deux* avec l'étage falunien, *trois* avec l'étage subapennin, quand la faune actuelle en a plus de *trente-trois*. Les cheiroptères sont, aujourd'hui, en progression croissante de formes.

Les *cétacés*, inconnus dans le premier étage tertiaire, ont montré *quatre* genres dans l'étage parisien, *sept*, dans l'étage falunien, *cinq* dans l'étage subapennin; mais la faune actuelle contient le maximum de *quinze* genres. Ils sont en progression croissante dans la faune actuelle.

Les *amphibies* manquent dans les deux premiers étages; ils ont *deux* genres dans chacun des étages falunien et subapennin, et leur maximum de développement se manifeste à l'époque actuelle par plus de *dix* genres. Ils sont, dès lors, en progression croissante.

Les *insectivores* manquent dans les deux premiers étages tertiaires; ils montrent *trois* genres dans l'étage falunien, *quatre* dans l'étage subapennin; mais leur maximum, formé de *neuf* genres, existe aujourd'hui. Ils se trouvent donc en voie croissante de développement.

Les *édentés* manquent aussi dans les deux étages inférieurs des terrains tertiaires ; ils offrent *un* genre dans l'étage falunien, et *seize*, ou le maximum de développement dans l'étage subapennin qui nous a précédés à la surface du globe; car la faune existante n'a plus que *neuf* genres connus. Il en résulte que les édentés, comme les pachydermes, sont dans une période décroissante avec la faune contemporaine.

Les *ruminants* qui, comme les amphibies, les insectivores et les édentés, manquent dans les deux premiers étages tertiaires, montraient *trois* genres dans l'étage falunien, *huit* dans l'étage subapennin, tandis que le faible maximum de *dix* existe avec la faune actuelle. Les ruminants sont, néanmoins, dans une période croissante de développement zoologique.

La comparaison de ces différentes séries de mammifères nous montre, dans une période décroissante de développement de formes zoologiques, les édentés et les pachydermes, tandis que les autres ordres, ou le plus grand nombre sont, au contraire, en voie croissante de développement générique. Nous insistons sur ce fait, en apparence peu important, mais qui nous conduit à trouver déjà, chez les mammifères, une grave exception à la loi sur la perfection successive des êtres en marchant des étages inférieurs aux supérieurs; perfection qui disparaît souvent, quand on met en parallèle les différentes séries animales. Comparons encore l'instant d'apparition des ordres à la surface du globe avec le développement des facultés chez les mammifères, pour chercher des raisons pour ou contre ce perfectionnement. Si l'on considère les ossements de Stonesfield comme appartenant à de véritables mammifères, cette loi de perfectionnement trouve un grand argument dans l'arrivée prématurée de mammifères didelphes, les moins parfaits dans leur organisation, à une époque relativement ancienne; mais ce fait isolé, établi sur un des animaux peu connus, n'empêche pas les didelphes bien certains de manquer dans le premier âge tertiaire, et d'être, de toutes les séries, la plus en voie croissante de développement générique à l'époque actuelle,

et sous ce rapport, presque en parallèle avec les quadrumanes; tandis que les cétacés, moins parfaits sous le rapport des organes du mouvement, se sont montrés sur la terre après les carnivores, les rongeurs et les pachydermes, en même temps que les quadrumanes. Il y aurait encore ici une sorte d'exception à la loi qu'on a regardée comme générale.

D'un autre côté, sans avoir égard aux exceptions citées, et adoptant l'hypothèse qui voit des didelphes dans les ossements de Stonesfield, on trouvera que les plus anciens des mammifères appartiennent à la série la moins parfaite de cette classe d'êtres; qu'ils ont été suivis, mais seulement dans les terrains tertiaires, des carnivores, des rongeurs, des pachydermes, avec le premier étage; des quadrumanes, des cheiroptères, des cétacés, dans le second; des amphibies, des insectivores, des édentés et des ruminants, dans le troisième. Que les carnassiers, les quadrumanes surtout, mieux conformés que ceux-ci, appartiennent à la série en voie croissante de développement de forme, et qu'enfin, l'homme, le plus parfait des êtres, n'a été créé qu'avec l'ensemble de la faune actuelle. On en conclut que, chez les mammifères, la série prise suivant les ordres a néanmoins marché vers sa perfection dans la superposition chronologique des âges géologiques jusqu'à notre époque.

Déductions zoologiques générales. — La comparaison des ordres nous apporte des exceptions à la marche croissante des formes zoologiques, en remontant dans les étages géologiques, mais toutes ces exceptions disparaissent, si l'on prend l'ensemble des mammifères, sans tenir compte de ces différents ordres. En laissant de côté les deux genres de Stonesfield cités dans l'étage bathonien des terrains jurassiques, mais encore douteux, nous voyons, en effet, tous les autres apparaître dans les terrains tertiaires, et montrer la progression suivante du nombre des genres ou des formes zoologiques, en observant l'ordre chronologique de succession des étages de la croûte terrestre. Dans l'étage suessonien, le premier des terrains tertiaires, *six* genres; dans l'étage parisien, *vingt-un;* dans l'étage falunien, *cinquante-sept;* dans l'étage subapennin, *soixante-douze.* Comparés à l'ensemble de plus de 210 genres de la faune actuelle, ces nombres prouvent jusqu'à l'évidence que, pris dans leur ensemble, depuis leur première apparition sur le globe, les mammifères multiplient de plus en plus leurs formes zoologiques, et qu'ils sont maintenant à leur maximum de développement, avec l'homme qui est, sans contredit, l'être le plus parfait de toutes les créations passées et actuelles.

Déductions climatologiques comparées. — L'étude de la répartition des genres de mammifères actuels, suivant les grandes lignes isothermes du globe, montre que tels ou tels genres sont aujourd'hui cantonnés dans la zone équatoriale qu'ils ne franchissent jamais, tandis que tels autres, au contraire, se trouvent partout répartis à peu près également, et n'ont plus que leurs espèces cantonnées dans des limites de température propres. Prenons quelques exemples parmi les premiers pour arriver à quelques conclusions générales de climatologie. Personne n'ignore que tous les quadrumanes ou singes, les éléphants, les hippopotames, les rhinocéros, les tapirs, les girafes, etc., etc., sont aujourd'hui spécialement propres aux régions tropicales, ou aux contrées encore très-chaudes qui les avoisinent; et c'est une conséquence indispensable de leurs conditions propres d'existence, déterminée par leur genre de nourriture. Voyons maintenant où se trouvent, soit les mêmes genres, soit les genres voisins, dans les étages géologiques. Les singes fossiles se sont montrés dans le Suffolk, par 52° de latitude nord, à l'époque de l'étage falunien. Les éléphants fossiles et les autres genres voisins, tels que le *mastodon*, ont été rencontrés partout en Europe, en Amérique, dans les régions tempérées et froides, et jusqu'à la mer Glaciale : les girafes, les hippopotames, les rhinocéros et les tapirs fossiles, avec les genres qui s'en rapprochent, tels que les *anoplotherium*, les *palæotherium*, etc., etc., étaient surtout très-abondants en France, en Allemagne, dans les régions presque froides. On doit nécessairement conclure de ces faits qu'à l'époque où les singes fossiles vivaient en Angleterre et en France, où les autres genres cités aujourd'hui comme propres aux régions tropicales, couvraient la France, l'Angleterre, la Suisse, l'Allemagne et jusqu'à la Russie, la température de ces régions était infiniment plus élevée qu'aujourd'hui, et qu'elle devait égaler la température des tropiques. De plus, on doit croire, que, sous une telle température, ces pays étaient couverts de tout le luxe actuel de végétation propre à la zone torride, car, sans cela, ces animaux n'auraient pas pu exister.

Déductions géographiques comparées. — La répartition géographique des genres actuels de mammifères à la surface du globe, nous donne par exemple, les tatous (*dasypus*), les *dasyprocta*, les *echimys*, les *didelphes*, seulement en Amérique; les *camelus*, les *rhinonocéros*, les *hippopotamus*, seulement en Asie et en Afrique; les *orycteropus* au cap de Bonne-Espérance, et le genre cheval (*Equus*), seulement dans l'ancien continent. Quelques zoologistes ont, dès lors, été très-étonnés lorsqu'ils ont été obligés de signaler des *dasypus*, des *dasyprocta*, des *echimys*, des *didelphes* fossiles dans les étages parisien et falunien de France, des *orycteropus*, des *equus*, des *camelus* fossiles dans l'Amérique du sud, des *hippopotamus* à la Nouvelle-Hollande, des *rhinocéros*, des *girafes*, en France, en Russie, etc., etc. Ils se sont récriés, le plus souvent, sur ces faits, qu'ils regardaient comme une anomalie singulière et très-curieuse. Leur étonnement s'explique par cette seule raison qu'ils n'avaient étudié que les mammifères; car, en

anticipant un instant sur les faits que nous donnent l'ensemble des êtres et leur répartition, nous reconnaîtrons dans cette anomalie supposée le fait général, que dans tous les âges géologiques, les êtres ont une distribution tout à fait indépendante de la répartition géographique d'aujourd'hui, et que leur espèce de cantonnement dans des zones isothermes, ou sur des régions continentales spéciales, n'a réellement commencé qu'avec l'époque actuelle. Nous sommes même heureux de trouver chez les mammifères, les animaux cantonnés, par excellence, dans les conditions actuelles, des faits assez nombreux pour prouver qu'ils suivent les lois générales qui président à la distribution uniforme des genres dans les mêmes âges géologiques sur tous les points du globe à la fois.

Déductions géologiques tirées des genres.— La forme zoologique nous donne, par la présence ou par l'absence des genres dans les étages géologiques des caractères *stratigraphiques négatifs* ou *positifs*.

Les *caractères stratigraphiques négatifs* donnés par les mammifères dans leur application à la stratification des terrains et des étages sont faciles à déduire. Sur 115 genres rencontrés fossiles, pas un ne traversant tous les étages, et tous étant, au contraire, cantonnés dans les étages dont il n'occupent qu'une très-courte série, ils offrent, pour les terrains et pour les étages où ils manquent, autant de caractères négatifs; ainsi ces *cent quinze genres*, dont aucun n'a montré de représentants dans les terrains paléozoïques, triasiques, crétacés, et dans neuf étages jurassiques sur dix, sont autant de faits qui prouvent la spécialisation des formes zoologiques dans les étages géologiques, et qui pourront servir à reconnaître ces étages partout où ils se rencontreront.

En comparant seulement entre eux les différents étages des terrains tertiaires, nous arriverons encore à trouver, pour chacun en particulier, des caractères négatifs donnés par les faits actuellement connus ; car il en ressortira que les 107 genres qui manquent dans l'étage suessonien peuvent le caractériser encore mieux que les *six* genres qu'on y cite. Que les 90 genres qui manquent à l'étage parisien, que les 42 genres qui sont inconnus dans l'étage falunien sont autant de faits négatifs qu'on peut invoquer pour reconnaître ces étages, lorsque la superposition laisse des doutes sur l'âge réel auquel on doit les rapporter.

Caractères stratigraphiques positifs. Nous appelons *caractères positifs*, les formes animales, les genres, qui existent dans un terrain, dans un étage ; ainsi pour nous, les 115 genres connus fossiles sont autant de faits positifs propres à caractériser les étages où ils se trouvent. Les genres qui parcourent une série plus ou moins grande des étages peuvent servir, pour tous ces étages à la fois, comme les genres *canis*, *viverra*, *sciurus*, etc., et ces genres qui traversent plusieurs étages sont au nombre de 40, tandis que ceux qui n'occupent encore aujourd'hui qu'un seul étage sont au nombre de 75. Dès lors, les genres caractéristiques de leurs étages spéciaux connus comme les *sept* de l'étage parisien, les 23 genres spéciaux de l'étage falunien, et les 42 genres propres à l'étage subapennin, dont 25 sont ensevelis pour toujours dans l'époque qui nous a précédés sur la terre, seront autant de formes caractéristiques de ces différents étages qu'on pourra invoquer comme faits positifs, quand on aura des doutes sur un gisement géologique dont la stratification ne sera pas certaine.

Persistance des caractères positifs. — Nous ne terminerons pas ce qui a rapport aux caractères positifs, sans faire ressortir un fait que nous comparerons dans toute la série animale. C'est que, lorsque une série animale commence à se montrer, elle se trouve généralement dans tous les étages intermédiaires jusqu'à ce qu'elle finisse, ou qu'elle arrive à l'époque actuelle. Les genres éteints pour la faune terrestre, comme ceux qui arrivent jusqu'à présenter des espèces encore vivantes, sont dans le même cas, comme on peut le voir pour les genres *anthracotherium*, *palæotherium*, *canis*, *ursus*, etc. Quand un genre manque dans un étage, tandis qu'il est représenté dans les étages inférieur et supérieur, comme on le voit pour les genres *lutra*, *sciurus*, *halicore*, etc., etc., on doit croire que, s'il n'a pas encore été rencontré dans les étages intermédiaires, il doit sans doute exister sur des points encore inconnus à la science, et sa non-présence dans ces parties intermédiaires ne peut être regardée comme un fait réellement négatif.

Déductions géologiques tirées des espèces. — En comparant les travaux consciencieux des Cuvier, des Owen, des Meyer, des Kaup et de tant d'autres savants qui ont écrit sur les mammifères fossiles, on reconnaît que chaque fois qu'une espèce a été établie sur assez de matériaux rencontrés dans un étage géologique certain, elle se trouve propre à cet étage, qu'elle peut servir à caractériser. On peut voir la vérité de ce fait surtout dans le résumé que le docteur Giebel a fait des mammifères fossiles connus. Il en ressort évidemment que les espèces sont propres à des étages spéciaux ; car, bien que cet auteur ait séparé le *diluvium* et les *cavernes* de son tertiaire supérieur, qui est notre étage subapennin, on pourra voir aux considérations générales sur ce dernier étage, que nous regardons comme contemporains les cavernes et le diluvium qui contiennent des espèces perdues ; seulement les uns sont des dépôts marins, et les autres des dépôts terrestres d'une même époque géologique. En nous résumant, nous dirons que, partant de ce principe, nous pourrons regarder les *quatre cents espèces* fossiles de mammifères comme étant presque toutes caractéristiques de leurs étages respectifs.

MAMMIFÈRES RUMINANTS, etc, *leur première apparition.* — *Voy.* FALUNIEN

MAMMIFÈRES, *rarement entraînés par les fleuves.* — *Voy.* SUBAPENNIN.

MAMMOUTHS DE SIBÉRIE. — Pallas et plusieurs auteurs ont prétendu que les os du mammouth se rencontraient en très-grande abondance dans toute la partie basse de la Sibérie qui, de l'ouest à l'est, s'étend depuis les limites de l'Europe jusqu'à l'Amérique, et, du sud au nord, depuis la base des montagnes de l'Asie centrale jusqu'aux rivages de la mer Arctique. Dans cet espace, qui n'est guère moins étendu que l'Europe entière, on a trouvé de l'ivoire fossile presque partout, sur les bords de l'Irtisk, de l'Obi, du Jéniséi, de la Léna et de diverses autres rivières. Quant à des débris d'éléphants, on n'en rencontre ni dans les marais, ni dans les plaines basses, mais seulement dans les lieux où les bords des rivières offrent de hauts escarpements de sable et d'argile. Pallas en a conclu très-judicieusement que, si l'on pouvait faire des coupes dans tous les terrains élevés, situés entre les grandes rivières, on y trouverait très-probablement des ossements semblables. Déjà, avant Pallas, Strahlenberg avait établi que, lorsque par suite de leur débordement, les grands fleuves viennent à se creuser un nouveau lit, on ne manque jamais de rencontrer un grand nombre de fossiles de ce genre.

Quant au gisement de ces ossements, Pallas les trouva en quelques endroits associés à des débris marins, tandis qu'ailleurs, ils n'étaient accompagnés que de bois fossile ou de lignite, qui, suivant cet observateur, paraissait provenir d'une tourbe carbonisée. Pallas découvrit aussi sur les bords du Jéniséi, par 56 degrés de latitude, et au-dessous de la ville de Krasnojarsk, des molaires et des os d'éléphant renfermés dans des couches de marne jaune et rouge, alternant avec du sable grossier et du gravier, où se trouvaient aussi beaucoup de fragments pétrifiés de saule et de différents autres arbres. Ni là, ni dans le pays environnant, il n'y avait de coquilles marines; on n'y rencontrait que des couches de charbon (649). Mais beaucoup plus loin encore, en descendant le Jéniséi, on recueillit près de la mer, par 70 degrés de latitude, des molaires de mammouth, auxquelles se trouvaient associées des pétrifications *marines* (650). Pallas cite encore plusieurs autres localités de la Sibérie, où des coquilles marines et des dents de poissons accompagnent les os du mammouth, du rhinocéros et du buffle de Sibérie ou bison (*bos priscus*). Ce n'est ni sur les bords de l'Obi, ni sur ceux du Jéniséi, mais bien sur les rives de la Léna, qui, de ces trois fleuves est le plus oriental, et où, à parité de latitude, le froid est beaucoup plus intense, que certains débris fossiles ont été trouvés dans un état de conservation vraiment extraordinaire. En 1772, Pallas découvrit, à Wiljuiskoi, au 64e degré de latitude, sur les bords de la rivière de Wiljui, tributaire de la Léna, le squelette d'un rhinocéros (*R. tichorhinus*) qui avait été extrait du sable où il avait dû rester pendant des siècles, à l'état de congélation, le sol de cette contrée étant toujours gelé jusqu'à une certaine profondeur au-dessous de la surface. Ce squelette, qui pouvait être comparé à une momie naturelle, émettait une odeur analogue à celle de la chair en putréfaction. Quelques parties de son corps étaient encore couvertes de poils noirs et gris. Sa tête et l'un de ses pieds, celui qui fut envoyé à Saint-Pétersbourg, en étaient surtout tellement garnis, que Pallas se demandait si on ne devait pas supposer que le rhinocéros de la Léna avait habité les régions tempérées de l'Asie centrale, d'après cette circonstance que son pelage était beaucoup plus chaud que celui du rhinocéros d'Afrique (651).

En 1806, plus de trente ans après la découverte de ce rhinocéros, M. Adams trouva, bien plus au nord encore, le squelette entier d'un mammouth, qui avait été engagé dans une masse de glace sur les bords de la Léna au 70e degré de latitude. Les parties molles de cet animal étaient en si parfait état de conservation que les loups et les ours en mangèrent la chair. Dans son squelette, qui figure au muséum de Saint-Pétersbourg, on remarque surtout la tête dont le tégument, ainsi que plusieurs ligaments, sont encore entiers. La peau de cet animal était couverte de soies noires semblables à celles d'un sanglier, et qui, plus épaisses que des crins de cheval, avaient de 12 à 16 pouces (3 à 4 déc.) de long; elle était en outre revêtue de crins d'un brun rougeâtre, de 4 pouces (1 déc.) de longueur environ; et enfin d'une laine de la même couleur, ayant 1 pouce (25 mil.) de long. Plus de trente livres de cette fourrure furent extraites du sable humide qui bordait la rivière. Ce mammouth avait neuf pieds (2 m. 75) de haut et seize (4 m. 87) de long. Sans tenir compte des énormes défenses recourbées dont il était armé. Il est bien rare que les plus grands éléphants mâles actuellement vivants surpassent cette taille (652).

(649) PALLAS, *Reisse in Russ. Reiche*, p. 409, 410.

(650) *Nov. Com. Petrop.*, vol. XVII, p. 584.

(651) *Nov. Com. Petrop.*, vol. XVII, p. 591.

(652) *Journal du Nord;* Saint Pétersbourg, 1807. « Au moment où je vous parle, les hommes qui savent admirer peuvent admirer à l'aise le *Mammouth* trouvé l'année dernière à l'embouchure de la Lena, par le soixante-quatorzième degré de latitude. Cet animal était incrusté (notez bien) dans une masse de glace, et élevé *de plusieurs toises au-dessus du sol.* Cette glace s'étant mise à diminuer par je ne sais quelle cause physique, on a commencé à voir l'animal depuis cinq ans. — Hélas ! dans un pays plus fertile en connaisseurs actifs, nous posséderions une merveille qu'on serait venu voir de toutes les parties du monde, comme les musulmans allaient à la Mecque, — un animal antédiluvien entier jusque dans ses moindres parties et susceptible d'embaumement; on aurait pu tenir dans ses mains un œil qui voyait, un cœur qui battait il y a quatre mille ans. *Quis talia fando temperet a lacrymis ?*

D'après ce qui précède on voit que le mammouth, au lieu d'être à poils ras comme les éléphants actuels de l'Inde et de l'Afrique, était pourvu d'une enveloppe de fourrure velue et très-épaisse, qui était probablement aussi impénétrable à la pluie et au froid que celle du bœuf musqué (653). Tout porte donc à croire que cette espèce avait été dotée par la nature de tout ce qui pouvait la mettre à même de résister aux vicissitudes d'un climat septentrional. En outre, il est certain que depuis le moment où les squelettes du rhinocéros et de l'éléphant ci-dessus décrits furent ensevelis dans la Sibérie, au 64e et 70e degrés de latitude nord, le sol dut rester gelé, et l'atmosphère conserver une température presque aussi basse que celle qui y règne aujourd'hui.

L'ivoire que l'on trouve dans toute la partie septentrionale de la Russie, est, suivant Tilesius, d'une telle fraîcheur, que l'on a pu faire des ouvrages au tour avec les milliers de défenses fossiles qui ont été déjà tirées de cette contrée, et dont on fait un commerce considérable, sans compter l'immense quantité qui en reste encore. Quant aux squelettes d'éléphants fossiles que renferme cette même partie de la Russie, il pense que leur nombre surpasse encore de beaucoup celui de tous les éléphants qui vivent actuellement sur la surface entière du globe.

Bien que récemment on ait découvert des débris de mammouth dans les roches de limon gelé et de glace qui, dans la baie d'Eschscholtz (Amérique russe, lat. 66° N.), s'étendent à l'est du détroit de Behring, on ignore quelles pouvaient être, au juste, les limites des régions occupées par cet animal. A mesure que la fonte de la glace occasionne la destruction de ces roches, les défenses et les ossements qu'elles renfermaient retombent sur le sol, n'ayant plus d'appui pour se soutenir; et le limon qui était mélangé avec la glace, laisse échapper une très-forte odeur de matière animale (654).

Lorsqu'on réfléchit aux différents faits qui viennent d'être énumérés, on se trouve naturellement porté à en conclure qu'une vaste région de l'Asie centrale, comprenant peut-être la moitié de la partie méridionale de la Sibérie, dut jouir, à une certaine époque de l'histoire du globe, peu éloignée, géologiquement parlant, de la période actuelle, d'un climat assez doux pour produire les pâturages nécessaires à la subsistance de nombreux troupeaux d'éléphants et de rhinocéros *appartenant à des espèces distinctes de celles qui vivent de nos jours*. On croit, en général, que les grands herbivores exigent pour leur nourriture une végétation excessivement abondante; mais, suivant M. Darwin, c'est là une erreur complète, et *qui provient*, dit-

Mais lorsqu'il s'est trouvé entièrement dégagé, l'animal a glissé au bord de la mer, et là il est devenu la pâture des ours blancs, et les sauvages ont scié les défenses qu'il n'a plus été possible de trouver. Tel qu'il est cependant, c'est encore un trésor qui ne peut être déprécié que par l'idée de ce qu'on aurait pu avoir. J'ai soulevé la tête pour ma part. C'est un poids pour deux maîtres et pour deux laquais. J'ai touché et retouché l'oreille *encore tapissée de poil*. J'ai tenu sur une table et examiné tout à mon aise le pied et une petite portion de la jambe. La sole, en partie rongée, avait plus d'un pied de diamètre; la peau est parfaitement conservée; les chairs racornies ont abandonné la peau et se sont durcies autour de l'os; cependant l'odeur est encore très-forte et très-désagréable. Cinq ou six fois de suite, j'ai porté le nez sur cette chair. Jamais l'homme le plus voluptueux n'a humé le plus délicieux parfum de l'Orient avec la suavité du plaisir que m'a causé l'odeur fétide d'une chair antédiluvienne putréfiée. — Maintenant, monsieur le comte, que monsieur de Buffon vienne nous faire des contes de fées sur le refroidissement du globe! Si l'on cueillait la pêche et l'ananas sur les bords délicieux du Waigatz; si les animaux du tropique vivaient dans ces belles contrées, quelle magie a conservé les parties tendres de leurs cadavres, je ne dis pas dans les premières couches de terre meuble, mais au-dessus même de la surface de la terre comme vous venez de le voir. La montagne de glace qui entourait le mammouth s'est-elle formée pendant qu'il faisait chaud? ou bien le cadavre s'est-il conservé en attendant qu'il fît froid, etc. ? »

(*Lettre de M. le comte J. de Maistre à M. le comte de Vargas, à Cagliari*, St-Pétersbourg, 1er nov. 1807).

(653) Fleming, *Ed. new. phil. journ.*, n° xii, p. 285.

Bien que l'évêque Héber affirme avoir vu (*Narr. of a journal through the upper provinces of India*, — Récit d'un voyage dans les provinces supérieures de l'Inde, vol. II, p. 166-219), dans la chaîne inférieure des montagnes de l'Himalaya, vers les limites nord-est du territoire de Delhi, entre les 29e et 30e degrés de latitude, un éléphant indien de petite taille couvert d'une épaisse fourrure, ce témoignage ne suffit pas pour détruire l'opinion généralement admise que la variété dont il s'agit est excessivement rare. M. Royle (ex-inspecteur du Jardin botanique de la Compagnie des Indes orientales, à Saharunpore) qui se trouvait dans l'Inde au moment où le journal de l'évêque Héber parut, se livra vainement à toutes les recherches possibles pour obtenir quelques preuves certaines de l'existence de ces éléphants, dont au reste, il n'avait jamais entendu parler jusqu'alors, quoique demeurant à Saharunpore, par 30° de latitude nord, c'est-à-dire précisément à l'*extrémité septentrionale* de la zone des éléphants. D'un autre côté M. Everest ne fut guère plus heureux; car, après s'être livré aux mêmes recherches, il obtint, pour tout renseignement, le récit d'une rencontre faite à Delhi d'un seul de ces animaux, dont le corps était revêtu de longs poils extrêmement touffus. La plus grande hauteur, dit M. Everest, à laquelle on rencontre l'éléphant sauvage dans les montagnes au nord du Bengale, correspond à un certain endroit que l'on nomme Nahun; cet endroit, dont l'élévation surpasse de 4,000 pieds (plus de 1,200 mètres) le niveau de la mer, est situé sous le 31e degré de latitude nord. Sa température moyenne annuelle peut-être de 64° F. (17° 78 centig.) environ; quant à ses extrêmes de température, ils offrent une différence qui s'élève jusqu'à 36° F. (20° centig.) à peu près; la température moyenne de janvier étant de 45° (7° 22 centig.), et celle de juin, qui est le mois le plus chaud, de 81° F. (27° 22 centig.) (Everest. *On climate of Foss. Eleph., journ. of Asiat. Soc.* — Sur le climat des éléphants fossiles, par Everest; *Journal de la Société asiatique.* — N° 25, p. 21.)

(654) *Voyez* la description de ces ossements, par le dr Buckland, *Appen. to Beechey's Voy.* (Supplément au *Voyage* de Beechey.)

il, *des données que nous possédons sur l'Inde et les îles indiennes ; ces données nous ayant accoutumés à associer, dans notre imagination, de nombreuses troupes d'éléphants à d'immenses forêts, et à d'impénétrables* JUNGLES. *Cependant, en réalité, ces deux circonstances ne se trouvent pas toujours réunies, ainsi que les parties méridionales de l'Afrique, comprises entre le tropique du capricorne et le cap de Bonne-Espérance en fournissent la preuve. Ces régions, quoique stériles et désertes, sont remarquables par le nombre et la grandeur de leurs quadrupèdes indigènes, parmi lesquels on compte un éléphant, cinq espèces de rhinocéros, un hippopotame, une girafe, le buffle du Cap, l'élan, deux zèbres, le quagga, deux gnous, et plusieurs antilopes. Le nombre des individus dont ces diverses espèces se composent est, du reste en rapport avec celui des espèces elles-mêmes. Ainsi, par exemple, le docteur Smith raconte qu'en une journée de marche qu'il eut occasion de faire sous le 24e degré de latitude sud, il rencontra, sans dévier beaucoup ni d'un côté ni de l'autre, cent cinquante rhinocéros et plusieurs troupes de girafes ; ceux qui l'accompagnaient avaient tué huit hippopotames la nuit précédente. Cependant le pays ne produisait que quelques herbes, et quelques buissons dont la hauteur ne dépassait pas quatre pieds* (1m.4) ; *les mimosa arborescentes s'y trouvaient en plus petit nombre encore, de sorte que les chariots des voyageurs n'étaient pas entravés dans leur marche, qu'ils pouvaient suivre à peu près en en ligne droite* (655).

Pour expliquer comment un si grand nombre d'animaux peuvent trouver une alimentation suffisante dans ces régions, on a supposé que le bois taillis dont ils font leur nourriture ordinaire était d'une nature très-nutritive. On a remarqué, de plus que, si la végétation ne devait pas être regardée comme très-abondante, sa croissance, en revanche, était des plus rapides. Aussitôt, dit le docteur Smith, qu'une place a servi de pâture aux animaux de ces contrées, elle se retrouve couverte d'une végétation nouvelle. En somme, il demeure constant, toutefois, que, malgré la prompte reproduction de la végétation, la quantité de nourriture nécessaire aux grands herbivores est définitivement bien moindre qu'on ne le croit ordinairement. M. Darwin pense que la somme totale de la végétation qui, en un temps donné, recouvre le sol de la Grande-Bretagne, doit être dix fois plus considérable que celle qui, sur un espace égal, se produit vraisemblablement dans les parties intérieures de l'Afrique méridionale (656). On remarque en outre, comme exemple du peu de rapport qui existe entre l'abondance de la nourriture et la dimension des mammifères indigènes, que, tandis que la partie déserte de l'Afrique méridionale renferme un nombre si considérable de grands animaux, le Brésil, dont la végétation est d'une richesse et d'une vigueur sans égales, ne possède pas un seul grand quadrupède sauvage (657).

Bien qu'il n'y ait nul doute que de nombreuses troupes de mammouths et de rhinocéros ne pourraient aujourd'hui vivre pendant toute l'année dans la Sibérie, dont le sol reste couvert de neige tout l'hiver, ce n'est pas à dire, pour cela, qu'une végétation propre à nourrir ces grands animaux n'ait pu, jadis, croître et prospérer entre les 40e et 60e degrés de latitude nord.

D'après le docteur Fleming, *la nourriture que l'espèce actuelle d'éléphants préfère ne peut nullement nous mettre à portée de déterminer celle de l'espèce éteinte, ni même de former une conjecture probable à ce sujet. Aucun de ceux*, dit-il, *qui connaissent le caractère graminivore de nos bêtes fauves, telles que le chevreuil ou le cerf, n'auraient pu supposer que le lichen fût la nourriture du renne.*

Plusieurs voyageurs rapportent que, malgré le froid excessif qui, relativement à la partie occidentale de l'Asie, règne aujourd'hui à parité de latitude dans la partie orientale de ce même continent, on retrouve dans cette région, non-seulement des forêts de sapins, mais aussi des bois de bouleaux, de peupliers et d'aunes, qui s'avancent, en bordant la Léna, jusqu'au 60e degré de latitude nord.

On a prétendu également qu'ainsi qu'à l'époque actuelle les animaux des climats septentrionaux émigrent suivant les saisons, il se pourrait aussi que l'éléphant et le rhinocéros de Sibérie eussent eu pour habitude de se rapprocher du nord en été. Le bœuf musqué abandonne chaque année ses quartiers d'hiver méridionaux, et traverse la mer sur la glace pour aller paître pendant quatre mois, de mai à septembre, les riches pâturages de l'île Melville, située sous le 75e degré de latitude. D'après cela, ne doit-on pas supposer que, durant les vives chaleurs des courts étés du nord, les mammouths pouvaient, sans dépasser le cercle arctique, autant que le bœuf musqué, étendre leurs excursions depuis les régions centrales ou tempérées de l'Asie, jusqu'au 60e parallèle de latitude?

Or, dans ce cas, la conservation de leurs ossements, et même quelquefois de leur squelette entier, dans la glace ou dans le sol gelé, peut s'expliquer, sans qu'il soit nécessaire, pour cela, d'admettre aucune révolution subite, soit dans l'ancien climat, soit dans l'état primitif de la surface du globe. Il y a tout lieu de supposer qu'à l'époque où vivaient l'éléphant et le rhinocéros dont les espèces sont éteintes, les basses terres de la Sibérie s'étendaient moins vers le nord qu'à présent ; car on sait que les strates qui forment ces basses terres, et dans lesquelles sont enfouis leurs ossements, fu-

(655) DARWIN, *Journal of Travels in S. America*, etc., 1832-1836 ; *Voyage du Beagle*. p. 98.

(656) DARWIN *Journal of Travels in S. America*, etc., p. 99.

(657) BURCHELL, cité par DARWIN, *ibid.*, p. 101.

rent, à l'origine, déposées sous la mer. On sait, en outre, d'après les faits, que le voyage de Wangrel, exécuté en 1821, 1822 et 1823, a si bien mis en évidence qu'un soulèvement lent du sol, analogue à celui qui s'opère dans une partie de la Suède, a lieu en ce moment, d'une manière incessante, sur les bords de la mer Glaciale. Ainsi donc, de même que les rivages du golfe de Bothnie augmentent d'étendue, non-seulement par l'effet des sédiments qu'y apportent les rivières, mais aussi par suite de l'élévation, et conséquemment du dessèchement du fond de la mer, de même il se pourrait qu'une semblable combinaison de causes eût, dans les temps modernes, occasionné l'agrandissement de la bande de terre basse, où ont été trouvés, en Sibérie, des coquilles marines et des ossements fossiles. Un tel changement dans la géographie physique de cette région tendrait nécessairement, en impliquant l'accroissement constant des terres arctiques, à augmenter l'intensité des hivers. Or, ne doit-on pas conclure de là qu'avant que la terre ferme eût acquis une aussi grande étendue vers le nord, l'hiver et l'été de la Sibérie offraient des différences de température moins considérables que celles qu'ils présentent aujourd'hui; et n'est-il pas, en outre, extrêmement probable que c'est plutot à une augmentation du froid de l'hiver, qu'à une diminution générale de la température moyenne annuelle, qu'est due l'extinction définitive du mammouth et de ses contemporains?

En jetant un coup-d'œil sur la carte, le lecteur verra comment, à présent, toutes les grandes rivières de la Sibérie coulent du sud au nord, se rendant de régions tempérées vers des régions arctiques; et comment, par suite de cette direction, elles sont toutes, ainsi que le Mackensie. dans l'Amérique du Nord, sujettes à des débordements considérables; circonstance qui s'explique par la grande quantité d'eau courante que ces rivières reçoivent dans la partie supérieure ou méridionale de leurs cours, alors qu'elles sont complétement gelées, sur une étendue de plusieurs centaines de milles près de leurs embouchures, où elles restent bloquées par la glace pendant six mois de l'année. Dans cet état de choses, on conçoit ce qui doit naturellement avoir lieu: ces eaux courantes, ne trouvant pas d'issue, se répandent sur la glace; souvent, aussi, elles changent de direction et entraînent avec elles, soit des forêts entières quand elles en rencontrent sur leurs passages, soit d'énormes quantités de terre et de gravier, mêlés de glace. Or, les rivières de la Sibérie étant au nombre des plus grands cours d'eau du monde (le Jéniséi a 2,500 milles ou 900 lieues de longueur, et la Léna, 2,000 milles, ou plus de 700 lieues), on conçoit facilement que les animaux qui tombent dans leurs eaux peuvent non-seulement se trouver transportés à de très-grandes distances, dans la direction de la mer Arctique, mais aussi qu'avant d'arriver à cette mer ils peuvent échouer sur la glace, ou même être gelés par suite de leur ensevelissement dans quelque masse de glace. D'un autre côté, ne serait-il pas également possible que plus tard, la glace venant à se rompre, ils continuassent leur marche vers l'Océan, et qu'ensuite ils finîssent par être ensevelis dans les dépôts fluviatiles et sous-marins qui, d'ordinaire, s'accumulent près de l'embouchure des rivières.

M. de Humboldt a remarqué que, près des bords de la Léna, à quelques pieds de profondeur, le sol reste toujours gelé sur une épaisseur considérable. Or, on comprend qu'un squelette, qui, dans un tel climat et dans une telle région, viendrait à être enchâssé dans la glace et le limon, pourrait bien y rester indéfiniment sans être atteint de putréfaction (658). Aujourd'hui, suivant le professeur Baër, de Saint-Pétersbourg, la terre se trouve constamment gelée jusqu'à la profondeur de 400 pieds (122 mètres environ), à Yakutzt, ville située sur la rive occidentale de la Léna, au 62e degré de latitude nord, et à six cents milles (plus de 200 lieues) de distance de la mer polaire. Ce fait n'autorise-t-il pas à supposer que, dès l'époque à laquelle vivait le mammouth, c'est-à-dire lorsque la partie basse de la Sibérie avait moins d'étendue vers le nord, et que son climat était par conséquent plus tempéré qu'il ne l'est à présent, le froid avait déja assez d'intensité pour que les rivières, coulant dans la direction où elles coulent encore aujourd'hui, puissent, après avoir entraîné du sud au nord les corps des animaux qui s'étaient noyés dans leurs eaux, donner lieu à leur ensevelissement dans des glaces flottantes et dans du limon gelé.

S'il est vrai que le squelette du mammouth dont nous avons parlé ait été trouvé enfermé dans de la glace, sans mélange de limon, on pourrait supposer que l'animal avait été englouti sous quelque amas de neige. Suivant le docteur Richardson, dans certaines régions du nord de l'Amérique, actuellement habitées par un grand nombre de quadrupèdes herbivores, les neiges se convertissent souvent en glaciers permanents. Ces neiges sont poussées par le vent sur les flancs des roches escarpées, où elles forment des talus inclinés, de plusieurs centaines de pieds de haut: puis, quand vient le dégel, des torrents se précipitent des hauteurs environnantes, entraînant avec eux du terrain d'alluvion et du gravier. Ce sol nouveau se recouvre bientôt de végétations, et protége la neige qui lui sert d'appui contre l'action du soleil. L'eau pénètre parfois, il est vrai, dans les fissures et les pores de la neige; mais, comme elle y gèle aussitôt; elle ne fait que hâter la transformation de la masse en un seul glaçon compacte. Or, les choses se passant de la sorte, on comprend qu'il puisse arriver quelquefois que les animaux qui paissent dans les vallées situées sur les bords de la mer

(658) Humboldt, *Fragments de géologie et de climatologie asiatiques*, t. II, p. 393.

ou de quelque rivière, au pied de rochers analogues à ceux dont il vient d'être question, se trouvent engloutis dans les neiges, et que ces neiges, une fois transformées en glaçons solides, les transportent vers les régions polaires.

En définitive, toutes les considérations auxquelles nous venons de nous livrer portent à croire que le mammouth, de même que quelques autres quadrupèdes éteints, conformés de manière à vivre sous les hautes latitudes, ont très-bien pu habiter la partie septentrionale de l'Asie, à une époque où le climat était plus doux et plus uniforme qu'il ne l'est à présent. Les terrains dans lesquels se trouvent les mammifères éteints, dont il a été précédemment question, appartiennent à l'époque tertiaire la plus moderne; quant aux dépôts tertiaires les plus anciens, la nature des coquilles fossiles qu'ils renferment, attestent une température d'autant plus élevée qu'ils datent d'une période plus reculée. Ainsi, par exemple, on trouve dans les plus anciens de ces dépôts, désignés sous le nom d'éocènes, des coquilles du genre nautile et divers reptiles tels que certains crocodiles et certaines tortues de mer et de terre, qui offrent, sous le rapport de leur structure, quelque analogie avec ceux que de nos jours on ne rencontre que dans des latitudes très-chaudes.

MARBRES. *Voy.* l'*Introduction.*

MARCEL DE SERRES. — Comme nous l'avons vu à l'article JOURS — PÉRIODES, ce savant soutient la théorie des époques indéterminées. Ce système naquit vers la fin du siècle dernier, et fut principalement soutenu par Deluc (*Voy.* ce mot). Il consiste à regarder les six jours de la création comme autant de périodes d'une durée indéterminée. Ce furent les travaux de Cuvier qui contribuèrent surtout à donner quelque crédit à cette opinion. On sait que Cuvier, pour expliquer la formation des terrains de stratification, admettait jusqu'à quatre ou cinq envahissements successifs de la mer sur les continents. On s'empara de ces idées et on essaya de les ajuster au texte de la Genèse. M. Marcel de Serres a composé un livre exprès sur ce sujet. C'est l'auteur qui a le mieux formulé et le plus habilement soutenu cette thèse. Voici ce système tel qu'il est développé par le savant professeur de Montpellier, dans un de ses principaux ouvrages, *la Cosmogonie de Moïse.*

Suivant M. Marcel de Serres, par les mots *in principio*, il faut entendre une période indéfinie qu'on peut supposer avoir précédé de plusieurs millions d'années les six jours ou les six époques de la création ou organisation du monde, mentionnées dans la Genèse. C'est dans cet immense intervalle que Dieu créa la matière ou la substance dont les planètes, les étoiles et tous les corps célestes sont composés, ainsi que l'éther et les atmosphères dans lesquelles les astres sont disséminés.

Ecoutons l'auteur lui-même développant ses idées.

« Moïse paraît avoir distingué dans son récit deux sortes de créations : l'une, générale et primitive qui eut lieu au commencement; l'autre, particulière à notre globe, qui se rapporte aux temps plus récents, où, dans sa sagesse infinie, Dieu trouva bon d'en organiser la surface et de la peupler d'êtres vivants.

« D'après ce grand législateur, la matière qui compose les corps célestes, la terre et les autres corps planétaires, aurait été créée dans le principe. Ces mots au commencement indiquent une période indéfinie, bien antérieure aux époques également indéterminées, pendant lesquelles le globe a pris sa forme sphéroïdale, et a reçu les végétaux et les animaux qui devaient y répandre la vie et le mouvement.

« Pendant la première période, ou plutôt au commencement, ainsi que le porte le texte hébreu, Dieu créa la matière, ou ce dont il forma le ciel et la terre, car, c'est là toute la matière. Par l'effet de sa toute-puissance, la substance dont les étoiles, les planètes et tous les systèmes stellaires sont composés, ainsi que l'éther et les atmosphères dans lesquelles les astres sont disséminés, sortirent du néant. Ils précédèrent donc la disposition et l'arrangement propre à chacun des corps célestes. A cette primitive création du ciel renfermant les systèmes stellaires et la terre se rapporte le premier verset de la *Genèse*, *Au commencement Dieu créa* ce qui fut *les cieux et la terre.*

« C'est donc sans fondement que certains commentateurs ont traduit ce passage en disant que Dieu aurait créé au premier jour les cieux et la terre, car nulle part Moïse n'affirme que la terre soit sortie du néant *au premier jour*, mais bien *au commencement.* Or, par ces mots, il faut entendre une période indéfinie, suivie également d'époques indéterminées dont rien ne peut faire apprécier la durée. Pendant ces époques successives ont eu lieu les diverses opérations physiques, ou les différentes modifications de la surface du globe dont nous devons la connaissance à la géologie,

« Le premier verset de la *Genèse* s'occupe de la manière la plus explicite de la création de l'univers. D'abord du ciel, c'est-à-dire de l'espace où sont disséminés les différents corps célestes et planétaires, enfin, du système général des astres. En second lieu, de la terre qui, désigne particulièrement notre planète; partie du monde qui intéresse le plus l'homme et que la *Genèse* a eu particulièrement en vue.

« Le législateur des Hébreux ne nous a fourni aucune donnée sur la longueur de cette période, antérieure aux six époques de la création. Faute de notions à cet égard, on peut supposer que des millions d'années ont rempli l'intervalle indéfini qui sépare le commencement de la première époque, où la terre reçut une forme et des dispositions nouvelles.

« Suivant nous, la matière qui compose les cieux et la terre aurait été créée au com-

mencement. Elle n'aurait reçu et pris sa forme et sa disposition actuelle, que pendant les six époques de la création; tandis que, suivant d'autres naturalistes, les événements géologiques qui s'y sont succédé auraient eu lieu pendant cette première période. Ces diverses manières d'entendre le récit de la création ne portent nullement sur son exactitude, mais sur la justesse de l'une ou de l'autre de ces interprétations.»

Ainsi, M. Marcel de Serres distingue deux grandes périodes : l'une qui se rapporte au commencement des choses et à leur état pour ainsi dire rudimentaire; il la nomme *période universelle*, parce qu'elle embrasse la création de l'universalité des corps célestes et planétaires; l'autre période qu'il admet, a reçu le nom de *période céleste et terrestre*. C'est pendant cette période que les corps célestes et planétaires de notre système solaire reçurent leurs formes et leurs dispositions actuelles.

Arrivé aux opérations des six jours, M. Marcel de Serres traduit ces six jours par six époques. Il se fonde sur ce que l'expression hébraïque *iom*, rendue en grec par ἡμέρα, en latin par *dies*, désigne souvent dans ces langues, une époque d'une durée indéterminée. Comment, d'ailleurs, suivant l'observation de Deluc, Moïse aurait-il pu assimiler à des jours de vingt-quatre heures, les premiers jours génésiaques, puisque le soleil qui les mesure ne fut disposé pour cette fin qu'à la quatrième époque. Puis, si ces jours étaient des jours ordinaires, ils ont dû avoir un soir et un matin : pourquoi donc cette redondance inutile de *vespere* et *mane* qui revient comme un refrain après chaque journée? En répétant à chaque *iom* qu'il a eu son soir et son matin, Moïse n'a-t-il pas voulu nous indiquer que de grands bouleversements l'ont distingué de l'ère suivante? Un autre argument tiré du texte confirme ce sentiment. Après chaque journée, l'écrivain sacré a soin de nous avertir par les mots *fuit vespere* et *fuit mane*, qu'elle est complétement écoulée. Mais, lorsqu'il est question de la septième époque, il ne parle plus du soir et du matin. On se demande la cause de cette omission et d'une exception aussi remarquable.

En dehors de cette interprétation, nul moyen, suivant M. Marcel de Serres, de se rendre compte de la formation des terrains primitifs et de sédiment. En effet, ces derniers, formés par un grand nombre de couches, aussi différentes par leur nature chimique que par les êtres qu'elles recèlent, ont nécessairement exigé pour leur précipitation de longs intervalles, car, toute disposition en couche indique des dépôts lents et successifs de substances suspendues dans un liquide. De plus, l'étude de ces couches démontre à chaque pas qu'à la suite de leur formation, elles ont dû être brisées, inclinées, relevées, tordues, bouleversées, phénomènes qui ont dû exiger des intervalles de temps plus ou moins longs.

Ce n'est pas tout. La diversité de nature chimique de ces tranches ne permet pas non plus de douter qu'elles n'aient été formées à des époques distinctes et très-éloignées les unes des autres. Les fossiles qu'elles recèlent en si grand nombre viennent encore à l'appui de cette assertion. En effet, ces corps organisés changent complétement dans leurs caractères spécifiques, suivant la situation ou la profondeur des formations où ils sont ensevelis. Enfin, les animaux qui fourmillent au milieu des divers dépôts de sédiment s'y trouvent dans les âges les plus différents, circonstance qui ne peut se concilier avec une création aussi prompte que le serait celle des six jours. Les faits physiques nous disent donc qu'il s'est écoulé un long intervalle entre la première apparition de la vie sur la terre et celle de l'homme, et de plus grands encore, antérieurement à ces deux époques.

Concluons donc que, si l'on se refusait à suivre l'interprétation présentée plus haut, il serait à peu près impossible de donner au récit de Moïse un sens raisonnable, et surtout de le faire concorder avec les faits les plus positifs et les mieux démontrés.

Après ces préliminaires qui constituent, comme on le voit, le fond principal du système, M. Marcel de Serres arrive à l'explication de chacun des jours-périodes de la création.

Le premier jour, ou plutôt la première époque, nous offre la terre déjà créée, passant de l'état vaporeux des nébuleuses à un certain degré de solidité produite par l'effet du rayonnement de la surface du globe. Le *toou boou* ou l'*inanis et vacua* de la Vulgate, désigne une matière qui n'est ni solide ni liquide, une matière sans forme quelconque, mais susceptible de prendre toute espèce de figure. Le *spiritus Dei* ou *vent de Dieu* n'est qu'un vent impétueux qui soufflait sur les eaux. L'état de la terre, au commencement de cette époque, paraît donc avoir été le même que celui par lequel ont passé tous les corps planétaires, ces corps ayant été, à leur origine, gazeux ou à l'état de vapeurs. Ici, M. Marcel de Serres appuie son opinion sur l'existence des nébuleuses, dont plusieurs semblent indiquer que les particules gazeuses qui les composent commencent à se réunir en noyaux liquéfiés et deviennent peu à peu solides.

Le mot hébreu *or* ou *aor*, en latin *lux*, s'applique aussi bien à la chaleur ou au feu et à la flamme qu'à la lumière. Cette lumière n'est qu'un effet des vibrations ou des ondulations de l'éther, excitées par des causes quelconques. A la voix de Dieu, la lumière jaillit de l'obscurité qui avait régné jusque-là sur la terre, et c'est ainsi qu'on doit entendre la séparation de la lumière d'avec les ténèbres.

Le mot *ereb* ou *hereb* (*vespere*) opposé à *boker* (*mane*), doit être pris, comme nous l'avons vu plus haut, pour fin d'une période ou d'une époque, et *boker* pour le temps qui la précède ou qui l'ouvre, c'est-à-dire

pour le commencement de cette même époque.

M. Marcel de Serres développe ainsi ses idées.

« Si nous comparons la Vulgate avec la version des Septante qu'ont suivie saint Chrysostome et l'Église d'Orient, cette dernière semble plus d'accord avec l'Hébreu. D'après celle-ci, la terre était d'abord invisible et incomposée, ce qui rappelle beaucoup mieux l'état primitif de notre planète que la traduction de Sacy et la paraphrase du Père de Carrières. D'après ce dernier, auquel on doit le texte de la Bible de Vence, la terre était aux premières époques de sa formation toute nue, sans fruits et sans ornements.

« Évidemment cette paraphrase est loin de donner la moindre idée de cet état primitif de la terre, véritable chaos, que les Septante nous représentent dans un état complet de diffusion *invisibilis et incomposita.* Les ténèbres couvraient alors la surface de l'abîme.

« La Vulgate commet une autre inexactitude, en disant que la lumière fut faite, ce qui semble indiquer une sorte de création, et non un mouvement imprimé à la matière, dont l'effet fut l'émission de la lumière. Dans le texte hébreu, il y a littéralement. *lumière soit*, et *lumière fut;* car, entre la volonté divine et l'exécution, il n'y a point d'intervalle. Ces expressions donnent la plus haute idée de la puissance de Dieu, qui exécute au moment où il veut et où il parle. Elles ne sont pas seulement admirables par leur concision; elles le sont surtout par leur justesse. Elles confirment tout ce que les sciences modernes nous ont appris sur la production et la marche de la lumière, dont la vitesse est si prodigieuse.

« Arrêté dès le début de notre travail par les imperfections que nous avons cru reconnaître dans la Vulgate et la version des Septante, nous avons cherché à nous rendre compte de la véritable pensée du législateur des Hébreux. Pour bien la saisir, nous avons essayé de traduire le premier chapitre de la *Genèse* et une partie du second; voici les versets que nous venons de rappeler. *Ce qui est la terre était une matière informe et dans le chaos. Les ténèbres couvraient l'abîme, et les vents agitaient la surface des eaux. — Dieu dit : Que la lumière soit et la lumière fut. — Dieu vit que la lumière était bonne, et il la sépara d'avec les ténèbres. — Dieu nomma la lumière jour, et les ténèbres nuit; de la fin jusqu'au commencement ce fut la première époque.*

« La première observation que nous ferons sur le texte hébreu, dont nous venons d'essayer la traduction, se rapportera à *boou* ou *boû* que nous avons rendu par chaos. Saint Jérôme l'a traduit par *vacua* et *nihil*, et Pagnin l'a considéré comme synonyme de *vacuum* et d'*inane*. Ces diverses interprétations s'accordent très-bien avec notre manière d'entendre le mot *boou;* car une matière qui n'est rien, qui est vide et sans forme, ne peut être ni solide, ni liquide, puisqu'elle aurait pris une forme quelconque : comme le texte dit positivement qu'elle n'en avait aucune, on ne peut entendre le mot *boou* qu'en concevant la terre dans un état vaporeux et dans une sorte de chaos. Aussi l'état primitif de notre planète a-t-il été considéré, par le plus grand nombre des commentateurs de la Bible, comme un mélange désordonné de tous les éléments constitutifs du globe, en un mot, comme le chaos des anciens qu'aucune lumière n'éclairait encore.

« Pour concilier à peu près toutes les opinions, Noël a traduit le mot *boou* par matière gazeuse, susceptible de prendre toute espèce de forme, circonstance exprimée par l'expression *tohou* et *toû* jointe à la première. D'après tous les traducteurs, cette expression se rapporte à une chose informe, qui est cependant susceptible de recevoir et de prendre toute espèce de figure; *res informa, apta ad recipiendam omnem formam.*

« Quant aux mots *rouar eloïm* qu'on a traduits par l'esprit de Dieu, ils paraissent également avoir été mal saisis. L'expression *rouar* signifie plutôt vent ou air (*ventus vel aer*) qu'esprit, par lequel elle a été rendue. De même le mot *eloïm* ou *aeloïm* qui vient à la suite du précédent, donne l'idée d'un très-grand vent : les Hébreux exprimant quelquefois le superlatif, en ajoutant au positif, le mot *aeloïm.*

« Ainsi *vent de Dieu*, ne veut dire autre chose qu'un très-grand vent, ou un vent impétueux. Du reste, *rouar eloïm* peut signifier mot à mot *souffle de Dieu*, ce qui est synonyme de vent ou d'un courant d'air. Quant au mot *aeloïm*, on ne l'ajoute à un autre que pour lui donner de l'importance, c'est-à-dire pour exprimer le superlatif.

« Ces expressions ne signifient donc autre chose, si ce n'est que le vent ou l'air voltigeait sur la surface des eaux. Du moins, le mot *merachephet* dérivé du verbe *rachaph, se movere, volitare,* exprime uniquement l'idée d'un corps qui se meut et voltige. Cette interprétation, adoptée par Arius Montanus, a été suivie par plusieurs autres commentateurs, qui ont considéré le mot *rouar* comme exprimant, au propre, l'air en mouvement ou le vent, et au figuré, l'esprit. C'est aussi ce qui nous a porté à traduire ce passage, en disant que les vents agitaient la surface des eaux.

« On se demandera, sans doute, quel était donc cet état primitif de la terre que les Septante nous représentent comme invisible et incomposé, ou n'ayant aucune forme déterminée que la vue pût saisir. Cet état paraît avoir été le même que celui par lequel ont passé tous les corps planétaires, ces corps ayant été à l'époque de leur origine, gazeux ou à l'état de vapeurs.

« Cette opinion, fondée sur des faits déjà assez nombreux, a porté Herschell à admettre que la matière dont les mondes sont formés a été d'abord à l'état d'éther ou à l'état gazeux. L'observation des nébuleuses, dont

le nombre est si considérable dans l'univers, l'a conduit à ce résultat; parmi ces nébuleuses, il en est plusieurs qui semblent indiquer que les particules gazeuses commencent à se réunir en noyaux liquéfiés, et deviennent peu à peu solides, l'éclat de ces points augmentant, à mesure que la lumière diffuse perd de son intensité.

« Ces différences correspondent probablement aux diverses phases par lesquelles un monde passe, depuis l'époque de sa formation jusqu'à celle de sa concentration, ou plutôt de sa solidification.

« Les données les plus positives fournies par l'astronomie et la géologie, indiquent également que la terre, comme les autres corps planétaires, a été primitivement à l'état gazeux. Ainsi tous les matériaux liquides et solides, qui composent aujourd'hui le globe terrestre, occupaient jadis un espace beaucoup plus étendu qu'actuellement.

« Cet état primitif de la terre se rapprochait beaucoup de celui sous lequel les comètes se présentent à nous. Ces astres, qui semblent aux premières époques de leur formation, cessent d'être visibles lorsque leurs vapeurs se condensent en un noyau solide, lequel nous échappe dans l'immensité de l'univers par suite de son extrême petitesse. Les comètes acquièrent cette solidité, par l'effet du rayonnement de la chaleur; elles ne se maintiennent donc à l'état aériforme que jusqu'au moment où l'excès de leur température s'est dissipé à travers les espaces célestes.

« Pour terminer ce que nous avons à dire sur le texte des versets de la *Genèse*, qui se rapportent à cette première époque, nous ferons observer que le mot *hereb* ou *ereb*, *vesper* opposé à *boker*, *mane*, est pris le plus ordinairement pour fin d'une période ou d'une époque. *Boker* s'entend au contraire pour le temps qui la précède ou qui l'ouvre, *interdum non tam de primo diei tempore, quam rei aut actionis de qua agitur*, disent tous les commentateurs. On ne s'écarte donc pas du sens véritable et littéral du texte, en traduisant *boker* par commencement et *ereb* par fin.

« D'après Fabre d'Olivet, le mot *hereb* signifierait encore obscurité, ténèbres, le couchant ou l'occident, ce qui indiquerait la fin d'une période. *Boker* serait au contraire, la lumière, l'aube ou l'orient, c'est-à-dire le commencement d'une période (659). »

Observations *sur cette première période.* — On trouvera la réfutation des opinions soutenues dans ce paragraphe à l'article Jours-Périodes, à l'article Godefroy, etc.; on aura remarqué que là où M. Marcel de Serres voit un *vent violent*, M. Godefroy place du *calorique*. M. Marcel de Serres traduit aussi *inanis et vacua* du deuxième verset par état *gaziforme* ou *nébulaire* de notre planète. Nous avons vu à l'article Godefroy ce qu'il fallait penser de cette singulière interprétation. Il fait aussi intervenir les nébuleuses et même les comètes à l'appui de son opinion. Les unes sont des chimères, les autres sont de la nature la plus problématique du monde. *Voy.* Nébuleuses et Comètes. Au mot Jours-Périodes nous avons discuté le sens de *vespere* et de *mane*.

Passant au second jour, M. Marcel de Serres traduit *rakia* (*firmamentum*) par *firmament*, mais en faisant remarquer que cette expression n'a aucun rapport avec quelque chose de dur et de solide comme les cieux de cristal de Ptolémée. Pour lui, *rakia* signifie l'*espace*, l'*étendue*, ou les corps qui y sont répandus, ou l'atmosphère de la terre, laquelle est destinée à séparer l'eau à l'état de vapeur de l'eau dans sa forme liquide ou concrète, ou enfin ce mot désigne la matière éthérée, fluide immense dans lequel roulent et circulent les astres. M. Marcel de Serres distingue le firmament du ciel dans lequel Dieu placera les astres au quatrième jour, d'avec le firmament de l'atmosphère.

Voici la traduction des 6e, 7e et 8e versets par M. Marcel de Serres. Nous citons à la suite l'interprétation qu'il donne de ces trois versets.

« *Dieu dit qu'il y ait un intervalle au milieu des eaux et qu'il sépare les eaux d'avec les eaux. — Dieu étendit le firmament et sépara les eaux qui étaient au-dessous du firmament de celles qui étaient au-dessus. Il en fut ainsi. — Dieu appela le firmament cieux. De la fin jusqu'au commencement ce fut la seconde époque.*

« La principale difficulté que fait naître le texte dont nous venons d'essayer la traduction, tient au véritable sens du mot hébreu *rakia*. Quoique nous l'ayons rendu par firmament, nous devons faire remarquer que cette expression n'a aucun rapport avec quelque chose de dur et de solide comme les cieux de cristal de Ptolémée. Si, avec tous les commentateurs, nous l'avons traduite par firmament, c'est faute d'autre expression plus convenable, car au propre elle signifie étendue ou espace. M. Cahen l'a si bien entendu dans ce sens, qu'il dit que Dieu disposa des luminaires dans l'étendue du ciel.

« Mais comme l'espace ne peut être vide, on doit le supposer rempli d'une matière rare, subtile, éminemment légère et déliée, comme paraît être la matière éthérée. Dès lors le mot *rakia* s'applique aux corps parvenus au plus haut point d'amincissement ou de ténuité dont ils peuvent être susceptibles. Dans l'idée de l'Ecriture, cette matière éthérée est en quelque sorte destinée à soutenir les corps célestes qui ne sauraient la pénétrer. Elle cède cependant aux efforts des corps légers et se combine avec ceux qui sont aériformes; ainsi, elle a pu être appelée solide et ferme, en un mot firmament, par rapport aux astres qui y sont disséminés.

« Quoique dans sa signification propre et absolue, l'expression *rakia* désigne l'espace ou l'étendue, elle a parfois un sens beau-

(659) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier.

coup plus limité et relatif aux matières ou aux corps qui y sont répandus. Lorsqu'elle se rapporte à la terre, elle s'applique à l'atmosphère qui l'entoure. Si, au contraire, elle comprend l'ensemble des corps célestes, elle désigne pour lors la matière éthérée, fluide immense dans lequel roulent et circulent ces astres.

« Aussi, d'après cette idée, des commentateurs ont considéré le firmament comme une condition de l'affermissement des planètes dans leurs orbites, en vertu de la loi centrifuge qui les empêche de tomber sur leurs soleils par l'effet de la gravitation.

« Du reste, lorsque Moïse veut exprimer l'influence du firmament sur les choses de la terre, il emploie uniquement le mot de firmament. Ainsi, à la seconde époque où l'écrivain sacré s'occupe de notre planète et de la séparation des eaux, il dit : Que le firmament ou l'atmosphère soit fait au milieu des eaux.

« Lorsque, au contraire, Moïse veut exprimer la matière éthérée qui entoure les corps célestes, autres que la terre, tel est, par exemple, le soleil, il ne dit plus le firmament, mais le firmament du ciel

« Ainsi on lit dans le quatorzième et le quinzième verset de la *Genèse : Dixit autem Deus : fiant luminaria in firmamento cœli ut luceant in firmamento cœli.* Cette interprétation n'empêche nullement de considérer, avec la *Genèse*, le firmament comme étant la même chose que le ciel. Nous-mêmes nous comprenons sous le nom de ciel ou de firmament, non-seulement la matière éthérée et les corps célestes qui y sont répandus, mais encore l'atmosphère qui, d'après Moïse, est destinée à séparer les eaux d'avec les eaux. Dans les idées de ce grand législateur, il ne s'agit nullement d'une mer courbée en forme de voûte autour de la terre, mais de l'eau dans son état gazeux, que l'air sépare d'avec l'eau dans sa forme liquide ou concrète.

« Ainsi, lorsque l'expression *rakia* est synonyme de ciel, elle comprend non-seulement l'espace dans lequel roulent les astres stellaires, espace rempli par la matière éthérée, mais encore ces corps célestes eux-mêmes. Lorsque cette expression se rapporte uniquement à la terre, elle paraît ne s'appliquer qu'à la couche aérienne qui l'entoure ou à l'atmosphère, tandis qu'elle a un sens plus étendu lorsqu'elle est employée avec le mot *cœli* et que le texte hébreu dit le firmament du ciel. Alors elle ne se rapporte plus qu'à la matière éthérée répandue dans l'espace de l'univers.

« Dieu, s'occupant des dispositions nouvelles à donner à notre globe, fit le firmament, *rakia*, et sépara les eaux qui étaient au-dessous de celles qui étaient au-dessus, c'est-à-dire des eaux disséminées en vapeurs dans l'atmosphère. Le mot *rakia* comprend ici l'atmosphère qui sépare les eaux d'avec les eaux, puisque celles qui s'y trouvent à l'état aériforme s'y maintiennent tant qu'elles conservent cet état, et que l'eau dans sa forme liquide existe principalement à la surface du globe.

« D'un autre côté, lorsque Dieu donne aux astres, tels que le soleil et la lune, la faculté de répandre la lumière sur la terre, c'est dans le firmament du ciel qu'il les place, mais non dans le firmament de l'atmosphère. Ainsi sous le nom de firmament du ciel, Moïse paraît avoir compris l'espace rempli par la matière éthérée, et sous celui de firmament l'espace occupé par l'air atmosphérique.

« Le mot *rakia*, si notre manière de l'interpréter est fondée, aurait ainsi plusieurs significations, comme l'expression *schamaim* traduite successivement par οὐρανὸς, *cœlum*, et enfin par ciel, mais dont le sens est beaucoup plus étendu. Cette expression, toujours au duel ou au pluriel, semble annoncer que les Hébreux distinguaient plusieurs régions célestes (660). »

Observation.—Pour M. Marcel de Serres, le firmament c'est l'atmosphère, la matière éthérée, le ciel. Nous avons vu au mot Geoffroy que, pour celui-ci, le firmament c'est l'*attraction*; il réfute du mieux qu'il peut le sentiment de M. Marcel de Serres.

Passons à l'œuvre du troisième jour.

A la troisième époque appartiennent la formation de l'Océan, l'exhaussement des continents au-dessus des mers primitives, le soulèvement des montagnes et l'apparition des végétaux. Comme on a découvert des animaux à respiration aérienne au milieu de cette végétation primitive et que les animaux n'ont été créés qu'à la cinquième époque, M. Marcel de Serres s'efforce de résoudre cette difficulté en disant que Moïse n'a pas dû s'arrêter à des faits aussi peu nombreux que ceux qui établissent la présence des animaux à respiration aérienne lors de la formation des terrains houillers. L'auteur pense que la beauté et l'étonnante vigueur de cette primitive végétation doit être attribuée, d'une part, à l'absence d'animaux terrestres, et, d'autre part, à l'excès d'acide carbonique qui existait alors dans l'atmosphère.

Voici comme M. Marcel de Serres s'exprime sur cette troisième époque :

« A la troisième époque, Dieu réunit les eaux pour en former la mer. La matière aride paraît et reçoit le nom de terre. La vie n'y existe pas encore ; mais, par l'effet de la toute-puissance du Créateur, la terre se couvre bientôt de plantes herbacées, d'arbres et de végétaux de toute espèce.

« On lit en effet dans la *Genèse* : *Dieu dit : Que les eaux qui sont sous le ciel se rassemblent en un seul lieu, et que l'élément aride paraisse. Il en fut ainsi.—Dieu nomma l'élément aride, terre, et le rassemblement des eaux mers. Dieu vit que c'était bien.—Dieu dit : Que la terre fasse germer des végétations, l'herbe avec sa semence, les arbres fruitiers avec leurs fruits, chacun selon son espèce et renfermant leur semence en eux-mêmes pour se reproduire*

(660) *Cosmogonie de Moïse*, tom. Ier, pag. 45 et suiv.

sur la terre. Il en fut ainsi.— La terre produisit des végétaux, de l'herbe portant sa semence, les arbres fruitiers renfermant leur semence, chacun selon son espèce. Dieu vit que c'était bien. — De la fin jusqu'au commencement, ce fut la troisième époque.

« La formation de l'Océan ou des mers a, d'après ce récit, précédé l'apparition des continents. Les Septante ont traduit ce passage en disant : *Que les eaux qui étaient sous les cieux se rassemblèrent en un seul endroit, et que la partie solide parut.* Ce fait est confirmé par les observations géologiques. Elles prouvent que les mers ont recouvert la plus grande partie de la surface de la terre, et que les continents n'ont pris que peu à peu leur configuration et leur étendue actuelles.

« D'après Moïse, comme d'après les faits, les premiers êtres qui ont embelli les terres mises à découvert, sont les végétaux : premièrement les plantes herbacées, en second lieu les arbres. Ce grand écrivain distingue d'abord un *germen* et met constamment le mot *herbam* avant *lignum*, quoique les arbres frappent bien plus les regards que les herbes proprement dites

« On a accusé Moïse d'erreur, parce qu'à ses yeux les végétaux auraient précédé les animaux, fait que ne confirme point l'observation des couches fossilifères les plus anciennes.

« En effet, des animaux de mer se montrent ensevelis au milieu des couches de transition où l'on découvre également les premiers végétaux terrestres et marins, en sorte que d'après les observations géologiques, l'origine des plantes et celle des animaux dateraient de la même époque.

« Il y a plus, ces mêmes terrains de transition et les dépôts houillers qui leur ont succédé recèlent quelques insectes. Ces animaux à respiration aérienne annoncent, aussi bien que les végétaux, qu'il existait à ces anciennes époques des terres sèches et découvertes. D'un autre côté, la simultanéité de leur existence prouve que les uns et les autres ont vécu à la même époque. Il faut bien admettre cette conséquence, puisqu'ils se rencontrent dans les mêmes couches de transition.

« Sans doute ces observations sont incontestables, mais en les opposant au récit de l'écrivain sacré, on n'a pas assez remarqué que, d'après les termes généraux de son récit, Moïse ne devait pas s'arrêter à des faits aussi peu nombreux que ceux qui établissent la présence des animaux à respiration aérienne lors de la primitive végétation. Des recherches très-minutieuses ont été nécessaires pour découvrir quelques traces d'insectes terrestres au milieu des terrains intermédiaires et houillers. A peine connaît-on maintenant quelques individus qui aient eu une pareille station, et l'on voudrait que Moïse se fût occupé d'une si mince exception!

« Il n'y a du moins aucun parallèle à établir entre les proportions des anciens végétaux et des animaux terrestres. Les premiers sont hors de toute comparaison sous ce rapport avec les seconds, dont la rareté est extrême et qui se rapportent uniquement à des insectes. Il y en a peut-être moins encore lorsqu'on compare les uns et les autres à l'époque de la formation des terrains houillers, époque la plus éminemment végétale des temps géologiques.

« Si les végétaux et les animaux terrestres ont existé en même temps, il y a des différences extrêmes entre les deux règnes, sous le rapport de leur importance relative et de leur développement. Aussi peut-on dire avec quelque fondement que les végétaux terrestres ont réellement précédé les animaux qui ont le même genre de station; car tandis que les premiers se font remarquer par leur abondance, les autres se signalent par leur excessive rareté.

« On dira peut-être qu'outre les animaux terrestres, l'époque de transition a vu également apparaître sur la scène de l'ancien monde des végétaux et des animaux marins. Moïse n'a rien dit ni des uns ni des autres, nous ne devons pas nous en étonner. Ces détails de l'ancienne création devaient nécessairement échapper dans le grand tableau qu'il nous en a tracé, avec d'autant plus de raison, que les plantes marines de ces époques ont été fort rares, soit relativement à leurs espèces, soit par rapport à leurs individus.

« Les animaux terrestres ont paru lors de la période de transition; ils ont commencé par un très-petit nombre d'insectes. Ces articulés ont été comme la première annonce des animaux qui consomment beaucoup d'air; du moins ces derniers n'ont brillé que fort tard sur la scène de l'ancien monde. Les insectes, les oiseaux et les mammifères n'ont existé en grand nombre que lors de la période tertiaire, une des plus récentes des temps géologiques.

« Sans doute, dans l'immense intervalle qui a séparé ces deux grandes périodes, bien d'autres animaux qui respiraient aussi l'air en nature ont fait partie de l'ancienne création. Mais leurs espèces appartenaient aux reptiles, animaux qui consomment peu d'air, et qui se tiennent encore dans les lieux les plus infects et les plus insalubres. Ces habitudes, propres aux grands reptiles actuels, et le genre d'habitation qu'ils ont à peu près choisi exclusivement, semblent indiquer que ceux de l'ancien monde ont fort bien pu vivre dans une atmosphère chargée d'une grande quantité d'acide carbonique et sous l'influence d'une température très-élevée. La composition de l'atmosphère de cette période a singulièrement favorisé la primitive végétation, mais elle a nui au développement des animaux terrestres. Ils s'y découvrent à peine, leur organisation ne pouvant s'accorder avec les circonstances d'un monde si différent du nôtre.

« La partie la plus étendue du globe était pour lors recouverte par les mers, dont les eaux ne devaient pas avoir des propriétés contraires à la vie. On doit les supposer pro-

pres à favoriser le développement des animaux, car leurs profondeurs semblent avoir été remplies, comme celles des mers actuelles, par une grande quantité d'espèces appartenant à des classes assez variées.

« Les mers de cette période ont nourri non-seulement des animaux invertébrés, parmi lesquels on distingue des zoophytes, des annélides, des crustacés, des mollusques, mais encore des vertébrés, c'est-à-dire des poissons de l'ordre des ganoïdes et des sauroïdes. Ces derniers ont participé à la fois du caractère des reptiles et des poissons ; aussi, à raison de cette circonstance, on leur a donné le nom de sauroïdes, dérivé du mot grec σαῦρος, qui signifie lézard.

« Le caractère mixte de ces anciens poissons, qui n'ont rien de commun avec les espèces vivantes, semble ne s'être perdu dans cette classe qu'après l'apparition d'un grand nombre de reptiles. Il en a été de même des singuliers animaux de cet ordre, qui ont été si nombreux lors de la période secondaire. Leurs rapports avec les poissons les ont fait nommer *ichtyosaures* et *plésiosaures*. Ce qui est remarquable, ces reptiles participaient en même temps du caractère des mammifères marins ou des cétacés. Enfin les grands lézards terrestres de la même époque ont aussi quelques-uns les caractères des pachydermes, sortes de mammifères terrestres à peau épaisse, dont les éléphants et les rhinocéros nous donnent des exemples, et dont la création a eu lieu beaucoup plus tard.

« Les sauroïdes semblent avoir tenu à la fois la place des poissons et des reptiles, tout comme les plus anciens des animaux de cette dernière classe, celle des poissons, des reptiles, des oiseaux et des mammifères marins, ou même celle des mammifères terrestres analogues aux tapirs et aux éléphants. Ainsi, par une suite d'essais et de tâtonnements, la nature serait arrivée à produire la création actuelle, bien plus perfectionnée que celle des premiers âges.

« Les poissons offrent, sous le rapport de la géologie zoologique, l'immense avantage de s'étendre à travers tous les terrains et d'offrir, dans une même classe d'animaux vertébrés, un point de comparaison pour les différences que peuvent présenter, dans le plus grand laps de temps connu, des animaux construits sur un même plan. Ces animaux sont d'autant plus intéressants à étudier, qu'ils comptent déjà un grand nombre d'espèces fossiles appartenant, les unes à des types qui n'existent plus, et les autres à des formes dont les rapports avec les espèces vivantes sont des plus éloignés.

« Ce que nous venons de dire des végétaux et des animaux qui ont vécu à la plus ancienne des époques où la vie s'est manifestée sur la terre, nous amène naturellement à faire connaître ceux de la seconde époque de cette première période.

« Les animaux marins de cette époque se rapportaient à une assez grande variété de genres de zoophytes, d'annélides, de crustacés, de mollusques et de poissons.

« Ceux-ci paraissent différer complétement des animaux de l'époque de transition, non-seulement par leurs espèces, mais encore par les familles auxquelles ils se rapportaient. Ils semblent avoir été carnivores, étant munis de grosses dents coniques et acérées, tandis que celles des poissons de l'époque antérieure, arrondies et disposées en cône obtus ou en forme de brosses, annoncent des espèces omnivores.

« On peut d'autant moins douter des habitudes de ces anciennes espèces, qu'on reconnaît dans leurs excréments les écailles des poissons dont les premiers faisaient leur nourriture ; ces écailles sont même souvent déterminables. Il y a plus encore, certaines portions plus ou moins considérables des intestins, ainsi que l'estomac et ses différentes membranes, sont assez bien conservées pour nous faire juger des événements qui se sont passés au fond des mers à des époques si éloignées de nous.

« A part cette différence, il y a les plus grands rapports entre la population de groupe carbonifère et celle des terrains de transition ; toutes les deux sont caractérisées par des animaux invertébrés marins et terrestres, et par des poissons qui appartiennent à l'embranchement des animaux vertébrés. Aussi, comme la végétation de ces deux époques réunit à peu près les mêmes genres de plantes, surtout parmi les cryptogames semi-vasculaires, nous les avons rattachées à la première période, ou la plus ancienne des trois grandes périodes, dans lesquelles nous avons circonscrit les générations des temps géologiques.

« L'ensemble de l'ancienne création prouve donc que les espèces vivantes se sont succédé en raison directe de la complication de leur organisation. Les exceptions à cette loi du progrès ont été extrêmement circonscrites. Plus évidentes chez les végétaux que chez les animaux, elles le sont par cela même d'autant plus que l'organisation est moins perfectionnée.

« En effet, on n'en voit guère de tranchées que chez les cryptogames et les invertébrés, les plus simples des êtres vivants. Elles deviennent, au contraire, fort rares chez les phanérogames et les vertébrés ; car nous ne saurions en voir dans l'apparition de quelques monocotylédons et gymnospermes à l'époque de transition et houillère, pas plus que dans celle de la présence des poissons à ces anciens âges.

« Ces animaux représentaient pour lors à eux seuls les vertébrés ; par cela même ils ont dû offrir dans leur organisation quelque chose qui rappelât celle particulière aux reptiles, classe déjà plus avancée et qui n'avait point encore paru. Après les poissons sont venus les reptiles proprement dits, qui ont fini par prendre des caractères propres aux oiseaux, aux mammifères marins et terrestres, c'est-à-dire aux classes les plus élevées dans la série des animaux. On dirait, en voyant l'organisation bizarre qui a caractérisé les étranges saurions (lézards) de la pé-

riode secondaire, que la nature s'essayait en quelque sorte, par des tâtonnements successifs, à la reproduction des êtres plus parfaits qui plus tard devaient être les compagnons de l'homme.

« Sans doute ces animaux, qui ont peu persisté sur la scène des anciens âges, pourraient bien être considérés comme plus compliqués que les espèces vivantes, puisqu'ils réunissaient des caractères communs à plusieurs classes différentes; mais si on prend dans ce sens le mot de complication, il faut nécessairement avouer que cette expression est opposée à toute idée de perfectionnement.

« En effet, il ne peut y avoir progrès et progrès réel dans une organisation quelconque que lorsqu'il y a harmonie parfaite entre les détails qui la composent et la constituent. Or, comment voir une pareille harmonie entre les parties essentiellement disparates de ces anciens reptiles, dont les proportions étaient aussi gigantesques que les formes bizarres ? Des ébauches aussi imparfaites ne sauraient en aucune manière être considérées comme un progrès, et encore moins comme une exception à la grande loi des anciennes créations.

« Il en serait de même encore lorsqu'on admettrait que quelques individus de mammifères terrestres ont réellement vécu lors de l'époque secondaire. Si les mammifères de Stonesfield ont appartenu, non comme certains le supposent, à des reptiles, mais à de véritables marsupiaux, la présence de ces animaux à ces anciens âges serait sans doute une exception à la loi du progrès. Mais cette exception n'en prouverait pas moins la généralité de cette loi, même en faisant abstraction de l'imperfection de l'organisme de ces animaux (661). On ne peut pas, sur quelques individus isolés, fonder quelques rapports exacts sur des générations considérées dans leur ensemble. Or, que sont les deux ou trois marsupiaux découverts dans les terrains secondaires de l'Angleterre, à côté du nombre immense des reptiles qui ont caractérisé ces temps géologiques ?

« Ils ne prouvent qu'une chose, c'est la lenteur avec laquelle la nature a produit les êtres les plus perfectionnés, et l'espèce d'hésitation et comme d'incertitude qu'elle a mise dans la création des êtres les plus parfaits; car il est évident que ceux-ci n'ont réellement paru qu'après le dépôt des terrains crétacés, et n'ont été nombreux que bien longtemps après leur formation.

« Ces poissons, reptiles des premiers âges, comme ces reptiles poissons, oiseaux et mammifères des époques moins anciennes, étaient si fort des ébauches d'une nature qui devait se perfectionner de plus en plus, que par suite du peu de liaisons ou de rapports de leurs organes, ils n'ont pas pu durer lorsque les circonstances qui les entouraient ont été modifiées d'une manière quelconque. Leurs conditions d'existence étaient si complexes, que les animaux qui y étaient soumis n'ont pas pu longtemps y satisfaire. Aussi les premiers ont été à peu près bornés aux terrains de transition et houillers, et les seconds n'ont traversé qu'un petit nombre de dépôts des terrains secondaires moyens et ne sont pas parvenus jusqu'aux plus récentes de ces formations.

« En voilà sans doute assez pour prouver qu'un pareil assemblage d'organismes aussi divers peut bien, à la rigueur, être considéré comme complexe, mais qu'il ne peut néanmoins être regardé comme un véritable perfectionnement (662). »

Observation. — Nous trouvons encore ici une notable différence, dans la manière d'interpréter le 9e verset, entre M. Marcel de Serres et M. Godefroy. (*Voy.* l'art. Godefroy, *œuvre du troisième jour.*) Nous avons montré à l'article Jours-Périodes combien était peu fondée cette opinion qui admet la création des végétaux avant celle des animaux, ou du moins s'efforce de faire croire que celle de ces derniers a beaucoup moins d'importance. M. Marcel de Serres, réunissant dans cette troisième période les terrains *intermédiaires* et une partie des *secondaires*, est encore moins acceptable que personne à soutenir cette thèse. On verra aux articles Paléozoïques (Terrains), et Triasiques (Terrains) combien ce sentiment est erroné. Il est une autre question extrêmement importante sur laquelle les périodistes reviennent continuellement, c'est celle de la complication des organes et du perfectionnement progressif de l'animalisation à partir des plus anciens terrains fossilifères. Nous renvoyons à l'article Physiologie paléontologique la réfutation de cette erreur.

Les végétaux, à la vérité, ont été créés à la troisième époque, mais, selon M. Marcel de Serres, ils n'ont pu se développer qu'à la quatrième, c'est-à-dire à celle où le soleil fut approprié de manière à leur fournir la lumière nécessaire non à leur germination, mais à leur entier accroissement. C'est donc à cette quatrième époque que le soleil et les autres corps célestes, créés dès le commencement, reçurent des dispositions nouvelles qui leur ont donné les moyens de remplir le but de leur formation. Jusque-là ils avaient été privés de cette vaste couche brillante qui est la source et le véhicule de la lumière.

« On a adressé à Moïse, dit M. Marcel de Serres, un reproche dont nous devons le justifier. Selon lui, les végétaux auraient

(661) D'après les observations de M. Owen, les marsupiaux seraient les mammifères les plus imparfaits, à cause de l'aplatissement et du défaut de circonvolutions de leur cerveau, et enfin en ce que leur cervelet est tout à fait découvert. On sait que plus les animaux sont perfectionnés et plus leur cervelet est recouvert par l'encéphale ; l'organe essentiellement dominateur pour lors. Or c'est ici tout le contraire. D'un autre côté, les petits des marsupiaux éprouvent leurs métamorphoses et arrivent à leur état normal au dehors du sein de leur mère; signe évident d'infériorité, et dont on ne découvre de traces que chez les animaux les plus bas placés dans la série.

(662) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier.

apparu antérieurement à l'époque où le soleil a reçu son atmosphère lumineuse, atmosphère qui seule a permis à cet astre de répandre constamment la lumière sur la terre ; et l'on a cru voir dans ce fait une impossibilité physique.

« Nous ferons remarquer à cet égard, qu'indépendamment des rayons solaires qui éclairent et vivifient maintenant notre planète, il existait pour elle, dans le principe des choses, une autre source de lumière. Cette lumière primitive suffisait probablement à la germination des végétaux ; Dieu se borne à dire que la terre fasse germer les plantes et les arbres. Mais pour favoriser leur développement, le soleil reçut bientôt une disposition nouvelle qui lui en fournit les moyens.

« L'historien Charles Levesque fait observer, que quoique l'existence des végétaux se trouve placée avant celle du soleil, comme corps lumineux, ceci n'est nullement contradictoire. Leur existence a dû être antérieure à leur développement, qui n'a pu avoir lieu qu'après la formation des germes ; ces germes n'ont pu pousser que lorsqu'une partie de la terre a cessé d'être recouverte par les eaux.

« D'après cette double circonstance, les végétaux terrestres n'ont pu se développer qu'à la quatrième époque, c'est-à-dire à celle où le soleil a été approprié de manière à leur fournir la lumière et la chaleur nécessaire non à leur germination, car on peut la considérer comme opérée, mais à leur entier accroissement.

« La terre, qui vers la fin de la troisième époque avait reçu le pouvoir de faire germer les plantes qui devaient bientôt couvrir de leur verdure ses parties élevées au-dessus des eaux, reçut, dès le commencement de l'époque suivante, cette chaleur vivifiante qui devait dorénavant en favoriser et en stimuler l'accroissement. Depuis lors, le soleil, pourvu de son atmosphère lumineuse, verse ses puissants rayons sur la terre. Ils ne tariront plus pour elle, à moins que la volonté de celui qui a si bien coordonné toutes choses, ne fasse rentrer dans le néant, des œuvres qui proclament hautement sa sagesse et sa puissance (663). »

Nous avons vu que M. Godefroy (*Voy.* ce mot) a eu recours pour le développement des plantes à un moyen de leur procurer de la lumière et de la chaleur bien autrement compliqué. Son hypothèse prouve au moins de l'imagination. M. Marcel de Serres est infiniment plus modeste et plus simple, mais non moins malheureux dans son invention. Il suppose les plantes créées en germination à la troisième époque et prenant leur accroissement pendant la quatrième époque, sous l'influence du soleil, pourvu seulement alors de sa photosphère. Ainsi tout ce que M. Marcel de Serres a dit des plantes et des animaux à cette troisième époque doit être reporté à la quatrième. Pendant cette troisième époque, il n'y a eu formation d'aucun terrain fossilifère. Les couches qui contiennent des débris fossiles ne peuvent remonter plus haut que la quatrième époque. Il faut convenir que les 11e et 12e versets reçoivent ici une atteinte bien grave, et que jamais aucun commentateur n'a eu la pensée de hasarder une pareille interprétation. M. Marcel de Serres est certes loin de justifier Moïse du reproche qu'on lui a adressé d'après de faux systèmes d'interprétation ; au contraire, il aggrave ce reproche. Qu'y avait-il de plus simple, de plus logique, de plus conforme aux lois physiologiques, que de placer dans le sol, qui devait les porter, les germes des plantes, au moment où il plaçait dans le ciel l'astre qui devait les faire croître et les développer ? S'il y a eu plus de sagesse à faire autrement, il serait bon de le montrer. Mais à la pauvreté des raisons qu'on essaye, on voit assez que cela est impossible.

Constatons en le citant les explications que donne M. Marcel de Serres sur le quatrième jour.

« *A la quatrième époque, Dieu dit : Que des corps lumineux soient disposés dans le firmament du ciel, pour séparer le jour d'avec la nuit, et qu'ils servent de signes pour marquer les temps, les jours et les années. — Qu'ils luisent dans le firmament du ciel et qu'ils éclairent la terre ; il en fut ainsi. — Dieu disposa donc deux corps lumineux : l'un plus grand pour présider au jour, et l'autre moindre pour présider à la nuit ; il fit aussi les étoiles. — Il les plaça dans le firmament du ciel pour luire sur la terre. — Pour présider au jour et à la nuit, et pour séparer la lumière d'avec les ténèbres ; Dieu vit que c'était bien. — De la fin jusqu'au commencement, ce fut la quatrième époque.*

« Cette époque est donc celle où le soleil et les autres corps célestes, créés dès le commencement, ont reçu des dispositions nouvelles qui leur ont donné les moyens de remplir le but de leur formation.

« Tout ce que l'auteur de la création a fait à la quatrième époque, pour donner au soleil une influence sur la terre, a été de disposer autour de son noyau obscur et solide, des auréoles lumineuses. Ces atmosphères sont devenues pour notre planète la source d'une infinité de biens.

« En s'en tenant aux faits connus, on conçoit aisément comment le soleil et tous les astres ont pu être créés au commencement et n'avoir pourtant reçu que beaucoup plus tard le pouvoir de répandre de la lumière sur la terre, car à leur origine ils étaient privés de cette vaste couche brillante, qui en est la source et le véhicule.

« Ce que nous venons de faire observer, relativement à l'atmosphère lumineuse qui a été donnée au soleil bien postérieurement à sa formation, comme corps distinct, a aussi lieu dans certains corps célestes qui ne sont point encore terminés. Les comètes, par

(663) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 79.

exemple, sont, comme était le soleil avant la quatrième époque de la création, des astres aux premiers âges de leur formation; aussi leur cours n'a rien encore de régulier et elles n'offrent pas non plus une grande fixité dans leurs formes et leurs dimensions.

« Ces astres peuvent très-bien nous donner une idée des phases diverses par lesquelles le soleil a passé depuis sa création jusqu'au moment où il a reçu l'atmosphère, ou les atmosphères lumineuses auxquelles il doit sa grande influence sur la terre. Ces faits nous font concevoir comment le soleil, créé dans le principe des choses, n'a cependant été doté de son pouvoir éclairant que bien longtemps après, c'est-à-dire à la quatrième époque.

« Le soleil peut encore être comparé, sous le rapport de sa composition, à la terre; comme elle, il paraît du moins environné d'atmosphères, qui diffèrent cependant de celle qui entoure le globe par la lumière dont elles sont imprégnées. Or, d'après le texte de la *Genèse*, la terre créée dans le principe comme corps distinct et particulier, n'a reçu son atmosphère qu'à la seconde époque, tandis que celles auxquelles le soleil doit ses propriétés éclairantes, ne lui ont été données qu'à la quatrième. Ce serait donc là toute la différence qui existerait entre ces deux astres; ils auraient cependant cela de commun, de n'avoir été en quelque sorte complétés que postérieurement à leur création.

« Cette comparaison, fondée sur les faits les plus incontestables, permet de saisir un des points jusqu'à présent les plus obscurs du récit de la création. Elle prouve, du reste, combien peu les philosophes du siècle dernier pouvaient comprendre ce récit, qui ne deviendra parfaitement clair que lorsque la science sera assez avancée pour connaître toutes les causes qui ont exercé quelque influence sur la formation et l'appropriation successive des différents corps célestes.

« Cette interprétation, la plus conforme au texte de l'Ecriture, est la seule qui s'accorde avec les faits physiques. En considérant avec elle le système de l'univers dont le soleil et les étoiles font partie, comme créés au commencement, on n'a point à se demander comment la terre possède une lumière et une température à elle propres, et tout à fait indépendantes de celles que répandent sur elle les astres nombreux de l'univers.

« Le législateur des Hébreux n'a point dit et encore moins voulu dire, comme on le suppose assez généralement, qu'à la quatrième époque Dieu créa le soleil; mais seulement qu'il a disposé cet astre pour éclairer constamment la terre. C'est donc aussi depuis cette époque que le soleil règle l'ordre des saisons, des jours et des années.

« Ce mode d'interprétation a, du reste, l'avantage de faire accorder entre eux différents passages de l'Ecriture; car on ne saurait supposer que Moïse ait pu croire que la terre avait été créée avant le soleil et les étoiles, puisqu'il dit lui-même qu'elles louaient Dieu avant la création de notre globe. Il ne mentionne dans les versets de la *Genèse*, relatifs à la quatrième époque, les phénomènes astronomiques que sous le rapport de leur importance, relativement à la terre et à l'homme, et non en raison de leur importance réelle dans le système général de l'univers.

« Il y a d'autant moins de doute à cet égard, que Moïse mentionne à peine les étoiles, se bornant à dire que Dieu fit aussi les étoiles. Il les nomme donc en quelques mots, comme en passant, et en quelque sorte pour annoncer qu'elles furent disposées par la même puissance qui avait mis dans l'espace le soleil et la lune. En effet, ces corps lumineux sont bien plus importants et bien plus nécessaires pour nous que cette armée innombrable de corps célestes, dont la grandeur surpasse peut-être de beaucoup celle de l'astre qui nous éclaire.

« Les premières plantes qui ont vécu pendant ces anciennes époques, ne présentent pas la moindre différence dans leur organisation d'avec celles qui jouissent maintenant des rayons du soleil. Cette lumière primitive ne paraît pas avoir différé de la lumière actuelle; les organes exhalants des végétaux des terrains de transition et houillers, sont les mêmes et remplissent des fonctions analogues à ceux des espèces vivantes. Il y a plus encore, les yeux de ces singuliers crustacés ou de ces trilobites, si enfoncés dans les vieilles couches du globe, sont construits d'une manière tellement semblable à ceux des crustacés vivants, qu'il est difficile de ne point supposer que les uns et les autres ont éprouvé les effets du même fluide lumineux,

« La structure des organes de la vision de ces crustacés qui ont peuplé le sein de l'ancienne mer, annonce encore que le fond du liquide dans lequel ils ont vécu devait être assez pur et assez transparent pour permettre à la lumière d'arriver jusqu'à ces organes, dont la conservation parfaite nous a si complétement révélé la nature. Ainsi, à l'époque où ces animaux furent placés au fond des mers du monde primitif, les relations mutuelles de la lumière étaient absolument les mêmes qu'actuellement.

« Ces instruments d'optique, d'une construction parfaitement en harmonie avec le genre de vision particulier qu'ils devaient exercer, n'ont pas été produits par une sorte de tâtonnement, des formes les plus simples aux plus compliquées ; ils ont été construits tout d'abord de manière à s'adapter aux fonctions qu'ils devaient remplir et au but pour lequel ils avaient été créés.

« D'un autre côté, si nous considérons les têtes des plus anciens poissons, comme celles des plus anciens reptiles, nous les verrons pourvues de cavités destinées à recevoir les yeux et de trous pour le passage des nerfs optiques. On voit même chez quelques individus certaines parties de l'œil assez bien

conservées pour juger de leurs analogies avec ces mêmes parties des yeux des poissons et des reptiles vivants. Enfin, ce qui n'est pas moins remarquable, les organes de la vue des ichtyosaures, singuliers reptiles de l'époque du lias, sont assez bien conservés pour qu'il soit possible de reconnaître que ces yeux renferment un appareil encore plus merveilleux et plus compliqué que celui dont sont pourvus certains oiseaux (664). » *Voy.* ICHTHYOSAURE.

OBSERVATION. — Nous ne reviendrons point sur cette étrange bizarrerie du système, que nous avons déjà signalée, et qui place la création des germes des plantes à la troisième époque et leur développement seulement à la quatrième; d'où il suit, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, que c'est seulement de la quatrième époque ou du quatrième jour génésiaque, que date la formation des terrains paléozoïques, triasiques, etc. C'est aussi une idée assez singulière de prétendre que le soleil, avant le quatrième jour, devait être une comète. C'est déjà passablement téméraire de chercher ce qu'il pouvait être, mais le comparer aux comètes sur la nature desquelles on ne sait rien de certain, c'est introduire le roman dans la science. Cependant M. Marcel de Serres insiste beaucoup sur son idée.

Passant au cinquième jour, il s'exprime ainsi :

« A la cinquième époque, Dieu créa les poissons, les reptiles aquatiques et tous les êtres qui vivent dans le sein des eaux. Les oiseaux peuplèrent et animèrent les airs. Enfin, Dieu ordonna aux animaux aquatiques de remplir les eaux de leurs tribus, et aux volatiles de se répandre sur la terre et d'occuper l'atmosphère.

« Voici comment s'exprime le texte hébreu : *Dieu dit que les eaux produisent des animaux vivants qui nagent dans l'eau, et que des volatiles volent sur la terre dans l'étendue du ciel. — Dieu créa les grands poissons et tous les êtres rampants que les eaux produisirent selon leur espèce; il créa aussi tous les volatiles selon leur espèce ; Dieu vit que c'était bien. — Dieu les bénit et dit : Croissez et multipliez, et remplissez les eaux des mers, et que les volatiles se multiplient sur la terre. — De la fin jusqu'au commencement ce fut la cinquième époque.*

« D'après ce texte, comme d'après les faits géologiques, les premiers animaux vertébrés ont été des espèces vivant dans le sein des eaux, c'est-à-dire des poissons. C'est mal à propos que les traducteurs ont rendu le mot hébreu *athanimin* par serpent, dragon, baleine, cétacé; car il se rapporte uniquement aux poissons de mer. Ce mot racine, dont il n'existe aucun dérivé connu, a été évidemment appliqué à tort aux cétacés par cela seulement que ces animaux, les plus grands de la nature actuelle, habitent aussi le bassin des mers. Il y a d'autant moins de doutes que *thanan* se rapporte aux grands poissons, comme sont, disent tous les commentateurs, les baleines.

« Si donc les divers interprètes de la Bible ont traduit *creavitque Deus cete grandia*, c'est que, frappés de la grandeur des baleines et de la plupart des mammifères marins, ils ont cru devoir plutôt rapporter l'expression *athanimin* aux cétacés qu'ils connaissaient qu'à des poissons ou à des reptiles gigantesques, dont les races éteintes leur étaient entièrement inconnues. Tel n'est pas cependant le véritable sens du mot *athanimin*, qui désigne uniquement un grand poisson ou un reptile d'une dimension approchant de celle des baleines. Cette dernière interprétation est ici peu admissible ; car, après avoir parlé des grands poissons, Moïse nomme de suite les animaux rampants qui vivent dans l'eau, ce qui ne peut s'entendre que des reptiles.

« Nous abandonnons cet objet de discussion à ceux qui s'occupent d'une manière particulière d'une langue dont l'étude est si négligée parmi nous ; il doit nous suffire de leur avoir soumis une question que leurs lumières leur permettront de résoudre, sans doute, beaucoup mieux que nous ne saurions le faire nous-même. Nous ferons seulement remarquer que M. Cahen, en traduisant le mot hébreu *athanimin* par cétacé, convient pourtant que cette expression s'applique à tous les animaux marins dont l'agilité est fort grande, et particulièrement aux poissons.

« Aux yeux de Moïse, la création des reptiles aquatiques a été antérieure à celle des espèces terrestres. Il place la première à la cinquième époque, tandis que l'apparition des reptiles qui vivent sur la terre, n'aurait eu lieu qu'à la sixième, c'est-à-dire à celle ou Dieu créa également les autres animaux terrestres. Ainsi, d'après Moïse, comme d'après l'observation des couches fossilifères, les êtres qui vivent dans le sein des eaux, soit poissons, soit reptiles, auraient précédé les animaux qui vivent sur les terres sèches et découvertes. Mais ces derniers auraient apparu avant l'homme, dont l'existence a couronné en quelque sorte la création.

« Cette cinquième époque est donc celle où les poissons et les êtres qui vivent dans le sein des eaux ont essentiellement dominé sur la scène de l'ancien monde (665). » Suivent de longues considérations sur les poissons et les reptiles, qui sont en dehors des idées théoriques sur la *Genèse* ou d'après la *Genèse*. M. Marcel de Serres revient encore à sa thèse de la succession des animaux en raison directe de la complication de leur organisation. Nous renvoyons donc encore le lecteur à l'article PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE de ce *Dictionnaire*, où cette thèse est discutée (666).

La création des oiseaux appartient au

(664) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 80-102.
(665) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 104, etc.

(666) M. Marcel de Serres voit la création des reptiles aquatiques dans le 20e verset que tous les

cinquième jour. Voici ce qu'en pense M. Marcel de Serres.

« La Bible place la première apparition des animaux ailés à cette cinquième époque. Nous disons animaux ailés, parce que le mot *oph* dont elle se sert pour les désigner est un nom collectif qui embrasse tous les volatiles en général ou tous les êtres volants. Il est du reste remarquable que ces animaux n'aient laissé qu'un petit nombre de leurs débris dans les couches terrestres. Cette rareté d'animaux ailés, et particulièrement des oiseaux, est frappante, lorsqu'on la compare à l'abondance, dans les divers dépôts terrestres, des animaux aquatiques. On comprend facilement pourquoi les habitants des eaux sont si fréquents dans la plupart des couches de l'écorce du globe; mais on ne conçoit pas si aisément pourquoi les animaux ailés et surtout les oiseaux y sont au contraire si peu nombreux.

« Cette circonstance tiendrait-elle à la conformation du squelette des oiseaux et à la composition de leurs os, ou dépendrait-elle de ce que ces animaux ont pu facilement échapper aux causes de destruction qui ont fait périr les animaux aquatiques? Quoi qu'il en soit, il est certain que les restes des oiseaux et des autres animaux ailés, tels par exemple, que les ptérodactyles qui ont vécu dans les temps géologiques, sont aussi rares que les débris des poissons de ces anciens temps sont abondants.

« Si les oiseaux ont été peu fréquents aux époques géologiques, cette circonstance tient peut-être à la composition de l'atmosphère pendant ces époques. Chargée d'une grande quantité d'acide carbonique, cette atmosphère pouvait bien favoriser le développement de l'ancienne végétation, et même, jusqu'à un certain point, celui des animaux à respiration incomplète, tels que les reptiles et les poissons; mais elle ne pouvait que nuire à des animaux qui respirent autant que les oiseaux. Ces légers habitants des airs sont plus nombreux dans le monde actuel, l'excès d'acide carbonique s'étant dissipé à travers les espaces interplanétaires, ou ayant été absorbé par la brillante végétation des diverses époques géologiques, ou par la formation des masses calcaires (667). »

M. Marcel de Serres s'étonne de trouver un si petit nombre de débris fossiles d'oiseaux dans les anciens strates du globe; il s'évertue à en chercher la raison; il s'en prend en définitive à la grande quantité d'acide carbonique que lui et d'autres savants veulent absolument introduire dans l'atmosphère de ces époques reculées; c'est passablement hypothétique, et ce qui ne l'est pas moins, c'est d'en faire dissiper l'excès à travers les espaces interplanétaires. Quoi qu'il en soit, le savant paléontologiste, M. Alc. d'Orbigny, pense qu'à l'époque de la formation des terrains triasiques, les continents étaient *animés par de nombreux oiseaux*. (*Cours élém. de paléont.*, t. III, p. 402.) Dix étages avant l'époque actuelle, dans l'étage néocomien, le premier des terrains crétacés, on connaît deux genres d'oiseaux palmipèdes, les genres *palæornis* et *cimoliornis*. Mais dès le cinquième étage ils ont laissé de nombreuses empreintes. (*Voy.* CONCHYLIEN.) Ces faits n'empêchent point M. Marcel de Serres de supposer que les oiseaux n'ont point existé avant la période tertiaire. (*Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 160.)

Arrivons à la sixième époque.

« A cette époque, Dieu créa les reptiles terrestres et les mammifères, les races domestiques aussi bien que les races sauvages. Dieu couronna ensuite l'œuvre de la création en faisant l'homme à son image. Il lui prescrivit, comme aux autres êtres animés, de croître et de s'étendre sur la terre. Pour lui en faciliter les moyens, il assujettit à son empire les poissons de la mer, les oiseaux du ciel et tous les animaux qui se meuvent sur le globe. Il lui donna encore tous les végétaux, afin qu'ils lui servissent de nourriture.

« Mais écoutons le récit qui se rapporte à cette sixième époque. *Dieu dit : Que la terre produise des animaux vivants, chacun selon son espèce, les animaux domestiques, les reptiles et les bêtes sauvages, selon leurs différentes espèces ; il en fut ainsi. — Dieu fit les bêtes sauvages de la terre selon leurs espèces, les animaux domestiques et tous les reptiles chacun selon son espèce; Dieu vit que c'était bien. — Dieu dit : Faisons l'homme à notre image et à notre ressemblance, qu'il domine sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel, sur les bêtes, sur toute la terre, et sur tous les reptiles qui rampent sur la terre. — Dieu créa l'homme à son image ; il les créa mâle et femelle. — Dieu les bénit et leur dit: Croissez et multipliez-vous, remplissez la terre, assujettissez-la, dominez sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel et sur tout animal qui se meut sur la terre. — Dieu dit : Je vous donne toutes les herbes qui portent leur graine sur la terre et tous les arbres qui renferment en eux-mêmes leur semence, chacun selon son espèce, afin qu'ils vous servent de nourriture; il en fut ainsi.—Dieu vit toutes ses œuvres; elles étaient parfaites : de la fin jusqu'au commencement, ce fut la sixième époque,*

« Cette époque a vu terminer la création de tous les êtres vivants ; aussi comprend-elle uniquement les êtres les plus avancés en organisation ou les plus perfectionnés (668). »

A propos des végétaux que Dieu donna à l'homme à la sixième époque pour sa nourriture, l'auteur remarque que ces « végétaux ne pouvaient pas être les mêmes que ceux des premières époques ; car d'après la succession qui a eu lieu dans l'ensemble des choses créées, les plantes de la troisième

commentateurs entendent seulement de la création des poissons, désignés comme rampants, parce qu'ils n'ont pas de pieds.

(667) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 129, etc.
(668) *Cosmogonie de Moïse*, t. Ier, p. 134.

époque avaient dû, lors de la sixième, avoir disparu depuis longtemps. » (*Cosmog. de Moïse*, t. I^er^, p. 137.)

L'observation est très-juste ; mais ne faut-il pas bien de la bonne volonté pour voir dans Moïse tant de choses qui n'y sont point, dont il ne parle point, et qu'il ne laisse supposer en aucune manière ? Est-il permis d'abuser à ce point du commentaire ?

« On dirait que dans les idées de Moïse, Dieu n'agit pas, à proprement parler, à chaque époque ; mais que les formes nouvelles que prennent les choses sont plutôt l'action des causes naturelles, émanées de son pouvoir divin, qu'un effet immédiat de sa puissance créatrice. » (*Ibid.*, p. 138.) Rien ne nous paraît moins *dans les idées de Moïse* que la supposition qu'on fait ici.

M. Marcel de Serres revient à sa thèse de la complication des organes et du perfectionnement progressif chez les animaux fossiles. Toutefois il ne peut s'empêcher de convenir que les reptiles des plus anciennes époques font exception à la loi générale. (P. 143.) *Voy.* PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE.

Discussion sur les didelphes fossiles de stonesfield. — *Voy.* MAMMIFÈRES. Ces mâchoires de didelphes gênent les idées de l'auteur. Les reptiles terrestres avant les terrains tertiaires ne l'embarrassent pas moins ; ils sont pourtant fort antérieurs à ces terrains aussi bien que les oiseaux dont l'apparition n'est pas moins incontestable à l'époque des terrains crétacés, ainsi que nous l'avons déjà fait observer.

L'homme appartenant à la sixième époque, il se présente une petite difficulté dont le savant professeur de Montpellier ne s'occupe pas ; c'est de savoir comment on passe de la sixième époque à la septième, qui est-ce qui caractérise le *vespere* ou la fin de la sixième époque, et le *mane* ou le commencement de la septième ? *Voy.* JOURS-PÉRIODES.

MARCEL DE SERRES, *ses idées sur la nature des nébuleuses.* — *Voy.* NÉBULEUSES.

MARÉES, leur action sur les dépôts de sédiments. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

MARNES SUPÉRIEURES. *Voy.* TOARCIEN.

MARNES IRISÉES. *Voy.* SALIFÉRIEN

MATÉRIALISME COSMOGONIQUE. *Voy.* GENÈSE MATÉRIALISTE.

MATIÈRE, sa création *de rien* a-t-elle été admise par les anciens philosophes ? *Voy.* CHAUBARD. — Eternité de la matière, réfutation. *Voy.* GENÈSE MATÉRIALISTE. — Quelle est sa nature. *Voy.* COSMOGONIE.

MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES DU GLOBE TERRESTRE. — Le soleil et les diverses planètes connues de notre système solaire ont des densités différentes ; il s'ensuit que ces corps sont respectivement composés d'éléments différents, ou bien que les mêmes éléments n'existent pas dans chaque planète sous des conditions précisément égales. Une densité donnée n'est donc point nécessaire à l'existence d'une planète, et par conséquent rien ne démontre *a priori* que la densité d'une planète, telle que la terre, ne puisse avoir changé durant la succession des temps.

Rien ne prouve d'une manière directe que la matière dont sont composées les autres planètes soit ou non identique avec celle de la terre. Mais la simplicité et la grandeur du plan de la création portent à supposer que les caractères généraux de la matière ne doivent point être essentiellement différents dans les diverses planètes, et qu'il doit en être ici comme dans le règne organique, où nous voyons une variété infinie de formes résulter de la combinaison d'un petit nombre de substances élémentaires.

On peut donc admettre, sans blesser les règles de la saine philosophie, que la matière des diverses planètes ne diffère pas essentiellement dans ses caractères généraux ; dès lors il doit exister dans chacun de ces corps un agent ou une force quelconque, qui y contrebalance, d'une manière inégale, les effets de la gravité : sans cela une grande planète, telle que Saturne, ne serait pas moins dense que la terre. Que si l'on cherche quel peut être cet agent, c'est le calorique qui se présente d'abord naturellement à notre pensée. En effet, ce fluide impondérable est capable de changer la densité de tous les corps ; et il y a toute raison de croire que toute la matière pondérable pourrait passer à l'état gazeux par l'application d'une chaleur suffisamment intense. On a calculé que l'effet de la pesanteur à la surface du soleil était tel, qu'un homme, s'il pouvait y être transporté, y serait écrasé par son propre poids. Toutefois la densité du soleil est comparativement peu considérable. On en a conclu qu'il doit exister, dans son intérieur, une chaleur immense qui le rend capable de résister à la pression énorme qui s'exerce à sa surface (669). Ce raisonnement n'est pas applicable seulement au soleil ; il doit l'être aussi aux grandes planètes, telles que Saturne, dont on regarde la densité comme n'excédant pas de beaucoup celle du liége (670). Or, si l'on admet qu'il existe à l'intérieur de Saturne une chaleur capable de contrebalancer les effets de la pression de la matière qui gravite vers le centre, et de diminuer la densité qu'aurait la planète sans l'existence de cette chaleur, rien ne paraît s'opposer *a priori* à ce qu'il puisse exister, à l'intérieur de la terre aussi, une chaleur considérable, capable d'en modifier la densité. D'après ce qui précède, et en admettant que la matière de notre planète soit analogue à celle qui constitue les autres corps de notre système solaire, les différences de densité des planètes seraient dues surtout aux différentes intensités de la chaleur dans chacun de ces astres.

Il paraît à peu près certain que plusieurs des planètes, celles du moins qui sont comparativement voisines du soleil, ont une at-

(669) HERSCHELL, *Treatise on Astronomy*, p. 239.

(670) *Ibid.*, p. 278.

mosphère. Si on admet l'existence de ces atmosphères, on a la preuve que la matière se trouve au moins à deux états dans ces corps. Dès lors il n'y a aucune difficulté à avancer encore d'un pas et à admettre que la matière peut exister dans toutes les planètes sous les trois formes, solide, liquide et gazeuse. Ce que nous venons de dire n'est peut-être point applicable aux astres d'un moindre volume qui portent le nom de satellites. On suppose communément que la lune n'a point d'atmosphère; on ne peut cependant guère admettre cette supposition comme étant d'une vérité absolue, si l'on a égard aux caractères de volcanicité que présente la surface de notre satellite. Sir J. Herschell a observé à la surface de la lune des apparences qui le portent à conclure qu'il y a sur quelques-unes des montagnes lunaires *des marques décisives de stratification volcanique, provenant de dépôts successifs de matières d'éruption* (671). Or, il faudrait que les éruptions volcaniques de la lune fussent bien différentes de celles qui ont lieu à la surface de la terre, pour qu'elles ne fussent point accompagnées d'émanations gazeuses. S'il se dégage des gaz dans les éruptions volcaniques lunaires, l'action de la pesanteur doit nécessairement les abaisser à la surface de la lune, et ils ne peuvent en disparaître que d'une des trois manières suivantes : 1° par leur combinaison avec des matières solides ou liquides; 2° par l'action d'un froid intense; 3° par l'effet d'une grande pression. La pression à la surface de la lune ne peut provenir que de l'attraction de la lune même, et cette attraction n'est certes point capable de condenser des matières gazeuses. La combinaison avec des matières liquides ou solides dépend nécessairement des affinités chimiques entre les divers corps, et s'il existe quelque analogie entre la matière de la lune et celle de la terre, quelques-uns des gaz, dégagés par les volcans lunaires, existeront pendant quelque temps du moins à l'état libre, avant de disparaître totalement par leur combinaison avec les liquides et les solides de la surface. Si donc les éruptions volcaniques lunaires avaient lieu avec une certaine fréquence, il devrait exister des gaz à la surface de la lune, à moins que la température de cette surface ne fût tellement basse, que ces gaz en fussent condensés au moment même de leur émanation.

Si l'on admet, d'après les calculs de Fourier, que les espaces planétaires ont une température de — 50° centigrades, le rayonnement de la chaleur sera plus rapide dans des astres d'un volume relativement peu considérable, tels que la lune, que dans les corps plus volumineux, tels que Saturne; en supposant toutefois que les diverses planètes et leurs satellites ont été formés contemporainement, que tous ces astres avaient une même température initiale, supérieure à celle de l'espace ambiant, et qu'ils sont tous composés de matière semblable. Dans cette hypothèse la lune et la terre n'auraient point conservé longtemps des températures égales, la première se refroidissant plus rapidement que la seconde, en sorte qu'il aura pu régner un grand froid à la surface de la lune, tandis que la terre était encore à une température fort élevée. D'après cette manière de voir, on pourrait supposer que la surface lunaire est aujourd'hui à une température si basse, qu'il ne peut y exister une atmosphère à l'état gazeux; si ce n'était l'influence des rayons solaires qui, sur les parties au moins qui sont exposées au soleil, doivent contrebalancer les effets du froid supposé à la surface de la lune. Il est donc assez difficile de considérer la surface de notre satellite comme entièrement dépouillée de substances gazeuses, si l'action volcanique y est aussi fréquente que certaines apparences portent à le conjecturer.

Les taches blanches aux pôles de Mars sont dues, croit-on, à la présence de grandes calottes de neige, *puisqu'elles disparaissent lorsqu'elles ont été longtemps exposées au soleil, et qu'elles couvrent de plus grands espaces lorsqu'elles viennent de sortir de la longue nuit de leur hiver polaire* (672). On aurait là une preuve que la matière inorganique peut, à la surface de Mars, avoir les mêmes formes qu'à la surface de la terre, et y obéir aux mêmes lois.

De ce que les planètes seraient composées d'élémens chimiques plus ou moins analogues, il ne s'ensuit nullement que tous les corps de notre système solaire soient formés d'une matière identique. L'enveloppe lumineuse qui sert d'atmosphère au soleil est une preuve directe du contraire, à moins qu'on ne veuille supposer que quelques-unes des lois qui régissent la matière en grand, et qui seraient dans un état de faible activité, ou entièrement latentes dans les planètes, ne règnent à la surface du soleil avec une tout autre énergie, pour assurer la conservation de l'organisation à la surface des différents corps qui gravitent autour du grand centre de notre système planétaire. Quoi qu'il en soit, il ne s'ensuit point de ce qu'un corps est entièrement gazeux ou composé de simples vapeurs, que ce corps soit nécessairement doué d'une chaleur intense. Une température très-élevée n'est pas plus essentielle à l'existence de cette singulière masse de vapeur, connue sous le nom de Comète d'Encke, qu'elle ne l'est à l'existence de notre atmosphère.

Que la matière des planètes ait, ou non, été originairement à une haute température, la forme de ces corps est telle que les molécules qui les composent doivent nécessairement avoir pu jadis se mouvoir librement les unes par rapport aux autres. Il est évident que ce n'est point là l'état de choses actuel à la surface de la terre, au moins dans cette partie de l'écorce minérale qui forme la surface émergée des continents, ou qui

(671) *Ibid.*, p. 229.

(672) Herschell, *Treatise on Astronomy*, p. 279.

constitue le lit de l'océan. Il y a donc eu de grands changements dans les conditions de notre globe ; car il n'est aucune répétition des effets dont nous sommes témoins aujourd'hui qui puisse nous faire concevoir la possibilité d'un libre mouvement des molécules de la matière terrestre les unes par rapport aux autres. Lorsque nous supposons que les eaux peuvent charrier des détritus d'un point à un autre de la surface terrestre, et qu'elles peuvent dégrader quelques parties saillantes du terrain émergé, nous admettons nécessairement la préexistence de la matière à l'état solide, et par conséquent l'impossibilité de la libre circulation des molécules de cette matière. L'eau ne peut entamer la matière solide qu'autant qu'elle coule à la surface des terres, qu'elle est lancée sous forme de vagues contre des falaises, ou bien encore qu'elle ronge les terres qui tendent à barrer son cours. Il est donc évident qu'il a dû exister de la matière solide avant qu'il ait pu se déposer des terrains d'origine mécanique, c'est-à-dire qu'il a dû exister, soit au-dessus du niveau des eaux, soit à une petite profondeur au-dessous, des terres qui auront pu fournir des détritus, par suite de l'action des eaux à leur surface. Nous connaissons des masses énormes de terrains de sédiment ; de sorte que, même en tenant compte des roches siliceuses ou autres qui peuvent avoir été produites par voie chimique pendant le dépôt des terrains d'origine mécanique, il reste encore une masse immense de matière qui a dû exister à l'état solide antérieurement au dépôt de toute roche mécanique. Quoiqu'il soit donc vrai que, si on accordait un temps suffisant, l'action de l'eau sur les terres émergées tendrait à rendre à notre planète la forme sphéroïdale, il faut toujours admettre qu'il a existé, préalablement au transport des détritus par l'eau, des roches solides situées de manière à pouvoir être entamées par cette eau.

Il est fort difficile de concevoir que la planète terrestre ait pu tourner autour du soleil avec une autre forme que celle d'une sphère ou d'un sphéroïde. Admettre que la terre a été jadis un solide irrégulier, ayant une surface âpre et irrégulière, et que cette surface a été successivement corrodée par l'action de l'eau jusqu'à ce qu'elle eût pris la forme sphéroïdale, c'est tout au plus une hypothèse grossière, qui n'est nullement d'accord avec la simplicité qui distingue d'une manière si frappante toutes les œuvres de la création, et qui ne concorderait nullement avec les faits géologiques connus. On est donc autorisé à conclure que notre planète avait la forme sphérique ou sphéroïdale avant que sa surface solide eût été corrodée par l'eau, et qu'elle fût capable de supporter les détritus qui devaient s'y accumuler.

Si l'on examine la composition chimique de cette partie de l'écorce de la terre qui nous est accessible, on est frappé de l'énorme volume d'oxygène qui entre, soit dans la composition de l'air et de l'eau, soit dans celle des roches solides. L'oxygène constitue à peu près les vingt centièmes du volume de l'atmosphère ; il forme la troisième partie, en volume, des gaz qui entrent dans la composition de l'eau ; et il est contenu en quantité immense dans les diverses roches qui, prises en masse, ne sont guère qu'une masse de substances oxydées. On peut estimer que la silice constitue au moins les 45 centièmes de l'écorce minérale de notre globe. Or la silice est composée, suivant Berzélius, de 48,4 de silicium et 51,6 d'oxygène. Il s'ensuit que si l'oxygène contenu seulement dans la silice reprenait son état gazeux, le volume de l'atmosphère en serait immensément augmenté, et cette augmentation deviendrait énorme, si l'oxygène se dégageait de tous les autres minéraux qui composent l'écorce du globe, ainsi que des eaux qui existent à sa surface.

Les proportions de l'hydrogène, de l'azote, du carbone, du soufre et du chlore sont loin d'être aussi considérables que celles de l'oxygène. L'hydrogène entre dans la composition de l'eau ; il se dégage, combiné de diverses manières, soit des volcans, soit de certaines fissures de l'écorce terrestre, et dans les mines de houille. Il entre aussi dans la composition des divers combustibles, et dans les produits minéraux qui leur sont analogues ; mais c'est surtout d'après la quantité totale de l'eau qui forme la mer, les lacs et les rivières, de celle qui se trouve en suspension dans l'atmosphère ou disséminée mécaniquement dans les roches, qu'il faut calculer le volume de l'hydrogène. Puisque deux volumes d'hydrogène s'unissent dans la production de l'eau avec un volume d'oxygène, il s'ensuit qu'en ne prenant en considération que l'eau, le volume de l'hydrogène serait double de celui de l'oxygène. Il est difficile d'estimer la quantité extrêmement variable de la vapeur aqueuse qui est disséminée dans l'atmosphère : dans cette circonstance, l'eau n'est guère que dans un état de passage d'un point à un autre de la surface solide ou liquide inférieure, et à peine peut-on dire que les vapeurs aqueuses fassent partie de l'atmosphère, quoiqu'il y en existe constamment pour répondre au grand objet auquel est destinée l'enveloppe gazeuse de la planète terrestre.

L'eau domine tellement à la surface de notre planète, qu'on pourrait être tenté de considérer l'hydrogène comme relativement plus abondant qu'il ne l'est en réalité. Avant de calculer la quantité d'hydrogène qui existe dans la mer, il faut en déduire les sels qui y sont en solution ; ce n'est pas là une grande déduction, à la vérité, car ils ne montent qu'aux 3 ou 4 centièmes de la masse totale. Si on considère l'étendue de l'océan, et si on admet que sa profondeur moyenne soit de cinq mille mètres environ, il faut avouer qu'il existe là un volume immense d'hydrogène en combinaison. Il faut ajouter encore la grande quantité d'eau qui se trouve disséminée mécaniquement dans les roches

Sans doute qu'une grande partie de cette eau reçue de l'atmosphère pour jaillir ailleurs sous forme de sources, n'est contenue dans les roches que comme dans un réservoir momentané, et certes on ne peut rien imaginer de plus simple ni de plus beau que cette circulation de l'eau destinée à l'entretien de la vie animale et végétale. Mais il existe en outre une quantité d'eau disséminée dans les roches à un état latent, pour ainsi dire, qui doit être fort considérable. Dans les roches qui servent comme de canaux souterrains aux sources, cette quantité d'eau disséminée doit être énorme ; car ces roches, qui font l'office de filtres, ne permettent le libre passage de l'eau que lorsqu'elles en sont complétement saturées.

La capillarité doit avoir une grande influence, soit pour disséminer mécaniquement l'eau dans les roches, soit pour l'y retenir lorsqu'elle est ainsi disséminée : cette action doit, jusqu'à un certain point, saturer les roches d'humidité, et elle contribue sans doute à donner aux sources un écoulement plus uniforme. La capillarité et la gravité font descendre l'eau beaucoup au-dessous des points desquels elle peut retourner à la surface sous forme de sources; de sources froides au moins, car il est des circonstances relatives aux eaux thermales qui porteraient à croire que l'eau qui en jaillit peut avoir circulé jusqu'à des profondeurs considérables. On peut admettre, sans crainte d'erreur, que la plupart des roches contiennent de l'humidité disséminée, car il en est bien peu qui, exposées à une chaleur convenable, ne donnent point de l'eau. Quelques serpentines en contiennent jusqu'à 12 ou 15 centièmes. L'eau entre en outre dans la composition de divers minéraux, dont elle paraît faire partie constituante; cependant la quantité totale de l'eau, provenant de cette dernière cause, n'est pas d'une grande importance relative.

Une quantité considérable d'hydrogène paraît être contenue dans la houille et dans le lignite. Suivant le docteur Thomson, la houille compacte (*cannel coal*) en contient 21,56 pour cent. Le même auteur en porte la quantité contenue dans la houille collante (*caking coal*) de Newcastle à 4,18 seulement; de sorte que les proportions de l'hydrogène varient considérablement dans ce minéral. S'il est vrai que l'hydrogène carboné existe à un état de grande pression, et peut-être même à l'état liquide, dans les vésicules de la houille, le volume d'hydrogène qui entrerait dans cette combinaison doit être fort considérable. On ne doit pas négliger, dans ce calcul, l'hydrogène qui se dégage des volcans, soit à l'état de vapeur aqueuse, soit en combinaison avec d'autres substances gazeuses. Il paraîtrait cependant que le dégagement de l'hydrogène, soit des orifices volcaniques, soit des fissures des roches, à l'état de gaz inflammable, ne produit pas d'effet sensible sur l'atmosphère, de sorte que la quantité totale ne doit pas en être considérable, à moins qu'il ne s'unisse avec l'oxygène de l'atmosphère, par le contact des matières incandescentes des volcans, ou par l'effet de décharges électriques. Au total, on peut regarder l'hydrogène comme la seconde en importance des substances gazeuses qui entrent dans la composition de l'écorce du globe terrestre.

L'azote est surtout important comme partie constituante de l'atmosphère, dont il forme environ les 80 centièmes. Son existence dans les corps organisés, animaux et végétaux, peut être regardée comme secondaire; c'est-à-dire que l'azote existant dans ces corps serait dérivé de l'atmosphère. Il y a toute raison de croire en outre qu'il existe de l'azote dans les roches nombreuses qui contiennent des restes d'animaux qui y ont été enfouis vivants, ou du moins conservant encore leurs chairs. On a la preuve directe de l'existence de l'azote dans la houille par les analyses du docteur Thomson, qui a trouvé que ce gaz constitue les 15,96 centièmes de la houille collante (*caking coal*) de Newcastle; et on a quelques raisons de croire que ce n'est là qu'un *minimum* de la quantité d'azote contenue dans certaines houilles, à en juger par l'abondance des produits ammoniacaux qui résultent de la distillation de la houille dans les fabriques de gaz pour l'éclairage.

Le carbone, indépendamment de son existence dans les corps organisés vivants, est enfoui dans l'écorce terrestre en grande quantité, tant dans les végétaux fossiles que dans les couches calcaires. Il entre pour 75,28 dans la houille collante (*caking coal*) de Newcastle; pour 75 dans la houille esquilleuse (*splint coal*) de Glascow, et pour 64,72 dans la houille compacte (*cannel coal*). Cependant c'est dans les masses calcaires que se trouve probablement la plus grande quantité de carbone. L'acide carbonique étant composé de volumes égaux de vapeur de carbone et d'oxygène, le volume de la vapeur de carbone condensée dans les couches calcaires doit être immense. En adoptant 2,7 pour la pesanteur spécifique de la chaux carbonatée pure, et estimant le poids de cent pouces cubes d'acide carbonique à 47 grains, 377, chaque yard cube de chaux carbonatée pure contiendrait 17,092 pieds cubes de gaz acide carbonique (673). Toutefois, comme le calcaire est rarement pur sur de grandes étendues, on ne commettrait pas de grande erreur en estimant la quantité moyenne de l'acide carbonique contenu dans chaque yard cube de calcaire à environ 16,000 pieds cubes. Si donc tout le carbonate de chaux constituant les masses calcaires et celui qui est disséminé dans les différentes roches, venait à être décomposé, le volume d'acide carbonique qui s'en dégagerait serait immense.

Le carbone n'est pas en quantité fort considérable dans l'atmosphère, mais la végétation ne saurait avoir lieu sans qu'il y en

(673) Ce calcul est fondé sur la pesanteur spécifique d'un échantillon très-pur de marbre de Carrare.

existe. M. Théodore de Saussure a trouvé que 10,000 parties d'air atmosphérique contiennent moyennement 4,9 d'acide carbonique. Un grand nombre de sources minérales et de fissures de l'écorce du globe versent constamment de l'acide carbonique dans l'atmosphère. M. Bischoff croit qu'il se dégage annuellement 219,000,000 livres de ce gaz des environs du lac de Laach ; ce qui donnerait, en prenant 47 grains,377 pour le poids de cent pouces cubes d'acide carbonique, un volume d'environ 1,855,000,000 pieds cubes de gaz acide carbonique, se déversant annuellement dans l'atmosphère sur une surface de quelques milles carrés seulement. Ces dégagements si considérables d'acide carbonique sont, à la vérité, des accidents locaux, limités le plus souvent, soit aux régions volcaniques anciennes, soit à celles où il existe des volcans en activité ; cependant la quantité totale d'acide carbonique, qui se déverse ainsi dans l'atmosphère, doit être fort importante, surtout en y comprenant le volume moyen de cet acide qui se dégage annuellement par les orifices volcaniques eux-mêmes.

Le soufre se trouve dans les roches en plus grande quantité qu'on ne pourrait d'abord le supposer. On est assez porté à rapporter aux produits volcaniques toute idée de l'existence du soufre dans les diverses masses de l'écorce terrestre ; cependant la quantité de cette substance qu'on trouve dans les terrains volcaniques, quoique fort considérable dans certaines localités, n'est, au total, que d'une faible importance. D'un autre côté, le soufre est disséminé avec abondance dans plusieurs terrains ; à l'état de sulfure de fer, il se trouve en grande quantité dans les terrains surtout désignés sous le nom de *terrains stratifiés supérieurs* ou *fossilifères*, et dans ceux qu'on appelle communément trappéens. Le sulfure de fer est très-dominant dans certaines argiles, et il y a minéralisé souvent un grand nombre de débris organiques. Les pyrites de fer sont nécessairement fort abondantes dans les schistes dont on extrait l'alun, et qui en ont reçu le nom de schistes alumineux. Les minerais de cuivre et de plomb exploités dans les diverses parties du monde, sont presque tous à l'état de sulfures. Le soufre est très-répandu aussi à l'état de sulfate de chaux. Rien n'est plus commun que les cristaux de sélénite dans les couches d'argile, et les masses de gypse occupent quelquefois des étendues considérables. Le soufre ne se rencontre pas dans les roches seulement, il est disséminé aussi dans l'Océan ; car le sulfate de soude est un des sels qui se rencontrent constamment dans toutes les analyses de l'eau de la mer. M. Eichwald annonce que le sulfate de magnésie est commun dans les eaux de la mer Caspienne. Le soufre est donc loin d'être rare à la surface de la terre.

L'importance du chlore provient surtout du rôle qu'il joue dans la composition de l'eau de la mer, le muriate de soude, le plus abondant des sels qui y sont contenus, constituant environ les deux centièmes et demi de cette eau. Les muriates de magnésie et de chaux, qui se trouvent aussi dans l'eau de la mer, quoique en moindre quantité, doivent pourtant contenir au total une quantité considérable de chlore. Les diverses masses de sel gemme renferment encore un volume important de ce gaz. Lorsqu'on réfléchit à la grande quantité de matière qui a été déposée dans la mer, soit par la voie chimique, soit surtout par la voie mécanique, on a lieu d'être surpris en ne trouvant point dans ces dépôts plus de traces de chlorides que les chimistes n'y en ont découvert jusqu'ici.

Les autres corps simples non métalliques, c'est-à-dire le phosphore, le bore, le sélénium, l'iode, le brôme et le phtore, n'ont point une importance géologique bien considérable. Le phosphore est connu surtout d'après le rôle qu'il joue dans la composition chimique des animaux. Les os de l'homme contiennent, sur cent parties, d'après Berzélius, 51,04 de phosphate de chaux, et, d'après M. Pepys, cette substance entrerait pour 78 centièmes dans l'émail des dents. Comme partie constituante des minéraux, le phosphore est rare ; mais il doit en exister une certaine quantité disséminée dans les divers terrains fossilifères ; car les ossements fossiles de toutes les époques contiennent du phosphore. Le docteur Turner a trouvé 50 pour cent de phosphate de chaux dans une côte et une dent d'ichthyosaure de Lyme-Regis, et 29 pour cent dans une vertèbre du même individu. Il a trouvé aussi 244 millièmes de phosphate de chaux dans le palais d'un poisson du calcaire carbonifère de Bristol, et 188 millièmes dans un palais provenant de la craie.

Le bore entre dans la composition de plusieurs minéraux, dont aucun, à la vérité, ne se trouve en grandes masses, si on en excepte la tourmaline, qui forme, avec le quartz, une roche qui se trouve en masses assez considérables dans certains pays, tels que le Cornouailles et le Devonshire, près du contact des granites avec les schistes. On a calculé que l'acide borique entrerait pour 1,79 dans cent parties d'une roche composée à parties égales de quartz et de tourmaline. L'acide borique se trouve aussi dans certaines sources thermales. Le sélénium se trouve en quantités trop peu considérables pour avoir le moindre intérêt géologique. L'iode est probablement répandu dans des proportions excessivement petites dans l'eau de la mer, d'où l'on croit que le tirent les éponges, les fucus et plusieurs autres corps organisés marins ; on l'a découvert aussi dans plusieurs sources minérales. Le brôme est probablement disséminé aussi dans toute l'eau de la mer ; le docteur Daubeny et quelques autres chimistes en ont reconnu dans plusieurs sources minérales : il a encore une autre analogie avec l'iode ; c'est qu'on le trouve dans les cendres de certaines plantes et animaux marins.

Le phtore a plus d'importance en géologie que les corps simples qui précèdent, puis-

qu'il entre dans la composition de certains minéraux qui font partie constituante de grandes masses de terrains. Il se trouve à l'état d'acide fluorique dans le mica et l'amphibole ; et ces deux minéraux, le premier surtout, entrent dans la composition de plusieurs roches qui occupent de grandes étendues à la surface du globe. Quinze analyses de micas de différents pays, par Klaproth, Vauquelin, Rose et Beudant, ont donné une moyenne de 1,09 pour cent d'acide fluorique, et l'analyse de l'hornblende de Pargas par Bonsdorf (analyse qui peut être regardée comme la moyenne de celles de plusieurs amphiboles de différents pays) a donné 1,5 pour cent de la même substance. On a calculé que le gneiss avec mica contenait 0,36 pour cent d'acide fluorique ; le micaschiste, 0,54 ; l'amphibolite et le grünstein, 0,75 ; le granite avec mica, 0,18 à 0,21 ; le granite (syénite) formé de quartz, feldspath et amphibole, 0,5 ; le granite composé de quartz, feldspath, mica et amphibole, 0,65 ; le grünstein porphyroïde, 0,5. L'acide fluorique entre probablement aussi comme partie constituante dans diverses roches trappéennes, difficiles à classer, mais que l'on a toute raison de croire amphiboliques. Si donc nous étions certains que tous les micas contiennent de l'acide fluorique, nous pourrions en conclure que le phtore n'est pas sans une certaine importance dans la composition de l'écorce minérale du globe terrestre ; mais il ne faut point oublier que la lithine remplace l'acide fluorique dans certains micas. On ne sait pas exactement jusqu'à quel point les micas à lithine sont répandus ; on n'en connaît même qu'une petite quantité jusqu'ici ; mais il est possible qu'un examen plus approfondi en fasse connaître davantage. Le spath-fluor (apatite) est sans doute le minéral qui contient la plus grande proportion de phtore, mais, considéré géologiquement, il n'a que peu d'importance.

De toutes les bases métalliques des alcalis et des terres, qu'on trouve à la surface de notre planète, le silicium est de beaucoup la plus importante, puisque la silice entre en si grande quantité dans la composition des roches d'origine soit chimique soit mécanique. On a calculé que la silice est contenue dans les roches ci-dessous, dans les proportions suivantes :

Le gneiss contient pour cent parties	70,06 à 71,86 de silice.
Le micaschiste	61,94 à 73,07
— amphibolite	54,86
— schiste chloriteux	63,71
— schiste talqueux	78,15
— feldspath compacte	51,00 à 60,00
— granit	63,96 à 74,84
— roche de tourmaline	68,01
— grünstein	54,86
— hypersthénite	59,14 à 61,85
— basalte	44,50 à 59,50
— pechstein	72,80 à 73,00
— serpentine	42,00 à 43,07
— euphotide	58,42 à 60,55

La silice entrerait seule dans la composition du quartzite pur. Lorsque cette roche résulte de parties égales de quartz et de feldspath, la silice formerait les 82 centièmes de la masse totale. La silice abonde aussi dans des roches d'origine évidemment mécanique. La plus grande partie des masses immenses de conglomérats, grès et schistes, comprises dans le groupe de la grauwacke, est composée de silice. Il en est de même du vieux grès rouge (si on le sépare de la grauwacke), du grès houiller, des différentes roches comprises sous le nom de nouveau grès rouge, des couches nombreuses de grès et d'argile du groupe oolithique, des divers sables et grès du terrain wealdien et du groupe crétacé, et de plusieurs roches du groupe supracrétacé. La silice est souvent disséminée dans les couches calcaires elles-mêmes, et quelquefois dans des proportions considérables. Ainsi les silex de la craie forment quelquefois près d'un tiers de la masse totale du terrain. Plusieurs autres calcaires contiennent de la silice disséminée, et les chaufourniers l'apprennent à leurs dépens quelquefois, la silice et la chaux se combinant pendant la cuisson pour former du silicate de chaux.

L'aluminium paraît être, après le silicium, la plus abondante des bases métalliques des terres. Sa quantité totale est loin d'être aussi grande que celle du silicium ; mais il est tout aussi généralement répandu. Les calcaires eux-mêmes sont rarement assez purs pour n'en point contenir du tout ; il est en quantité considérable dans plusieurs, qui sont recherchés en conséquence pour les travaux hydrauliques. On a calculé que l'alumine existe dans les roches ci-dessous dans les proportions suivantes :

Le gneiss contient pour cent parties	15,20 d'alumine.
Le micaschiste	13,08 à 15,45
— amphibolite	15,56
— schiste chloriteux	8,95
— schiste talqueux	13,20
— feldspath compacte	15,00 à 30,00
— granit	10,37 à 14,32
— roche de tourmaline	17,91
— grünstein	15,56
— hypersthénite	10,59
— basalte	11,50 à 16,75
— pechstein	10,84 à 11,50
— euphotide	13,14 à 13,86

Il y a bien peu de roches d'origine mécanique qui ne contiennent point d'alumine. Cette terre constitue, comme on le sait, la base des diverses argiles, et on doit la regarder comme un des éléments des roches les plus importants par leur abondance.

Le potassium et le sodium sont ensuite les métaux les plus importants de leur classe. La potasse est plus abondante que la soude dans les roches ; dans les végétaux la potasse n'existe qu'autant qu'elle est dérivée de la décomposition des roches qui la contenaient originairement. Elle est très-répandue, mais sa quantité totale est de beaucoup inférieure à celle du silicium et de l'aluminium. Toutes ou presque toutes les roches des terrains stratifiés inférieurs contiennent de la potasse,

et on peut admettre, comme fort près de la vérité, que cette substance forme les cinq ou six centièmes de la masse totale de ces roches. Elle abonde plus ou moins suivant les circonstances, dans presque toutes les roches d'origine évidemment sédimentaire, et, dans le fait, on doit considérer la potasse comme se trouvant dans la plus grande parties des masses minérales. On peut compter qu'elle constitue les six ou sept centièmes de la masse des granits, et environ les sept centièmes des grünsteins et des roches analogues.

L'importance principale du sodium est due à sa présence dans certains feldspaths, qui en ont reçu le nom de feldspath à base de soude (albite), et qui font partie essentielle de certains gneiss et granits. La soude se rencontre en outre dans la roche de tourmaline, dans quelques hypersthénites et eurites, dans les trachytes, les pechsteins, les basaltes, et dans certaines euphotides. M. Beudant a trouvé que la soude entrait pour 59 millièmes dans un basalte de Beaulieu. On ne peut donc révoquer en doute que la soude n'existe dans les roches en quantité considérable, en y comprenant surtout les masses de sel gemme découvertes dans divers pays; cependant la soude est beaucoup plus répandue encore dans l'océan, puisqu'elle y constitue la base du plus abondant des sels dissous dans ses eaux.

Le magnésium et le calcium viennent ensuite dans l'ordre d'importance des corps qui entrent dans la composition de l'écorce du globe. Il existe de la magnésie dans toutes les roches des terrains stratifiés inférieurs, à l'exception des quartzites purs (sans mica) et de quelques eurites ou feldspaths compactes; elle est commune aussi dans les roches sédimentaires, dans celles surtout où le mica joue un rôle considérable. Il est bien peu de calcaires qui ne contiennent de la magnésie, et elle abonde quelquefois au point que la roche en reçoit le nom de *calcaire magnésien*. Elle fait partie essentielle de la dolomie proprement dite, dans laquelle le carbonate de magnésie entre pour plus des 40 centièmes. La magnésie est disséminée en outre dans les eaux de l'océan, dont le muriate de magnésie forme les quatre ou cinq millièmes.

Le calcium paraît avoir une plus grande importance relative dans les terrains stratifiés supérieurs que dans ceux qui sont plus anciens; car, quoique cette substance se trouve constamment dans les gneiss, les micaschistes, les schistes chloriteux, talqueux et ergileux, les eurites et les amphibolites, elle y est toujours en très-petites quantités: si ce n'est dans l'amphibolite, dans laquelle le calcium entre quelquefois pour près de 75 millièmes, tandis qu'il ne forme guère que les 5 millièmes et demi de la masse totale des autres roches précédentes. Nous avons négligé, dans ce calcul, de tenir compte des roches calcaires et dolomitiques associées aux terrains stratifiés inférieurs? car ces roches y sont peu abondantes, et elles n'ajouteraient que peu de chose à la quantité totale de la chaux; mais elles ont une certaine importance, en ce que la chaux y existe à l'état de carbonate, tandis qu'elle est à l'état de silicate dans les autres roches de même âge. On trouve de la chaux dans tous les granits, mais en très-petite quantité, si ce n'est dans le granit avec amphibole. On en a découvert aussi dans le grünstein et toutes les roches trappéennes, dans l'hypersthénite, le balsate, le pechstein, la serpentine, l'euphotide et le trachyte. La fusibilité relative des roches ignées dépend de la quantité de silicate de chaux qu'elles renferment, et, en conséquence, les roches qui contiennent une grande proportion d'amphibole ou de pyroxène augite sont plutôt attaquées par la chaleur que les autres. La chaux devient plus abondante dans les terrains fossilifères (particulièrement vers le centre et la partie supérieure de la série), dans lesquels elle se trouve à l'état de carbonate; elle se trouve aussi, quoique en petite quantité, disséminée dans les eaux de la mer. En résultat on peut dire que le calcium est considérablement répandu sur les continents et dans les eaux; il abonde surtout dans la partie moyenne et supérieure des terrains fossilifères, tandis qu'il est dispersé en très-petite quantité dans les terrains plus anciens et dans les eaux de l'océan.

Les autres bases des alcalis ou des terres, le barium, le strontium, le glucinium, l'yttrium, le thorium, le zirconium et le lithium se trouvent en quantités trop peu considérables pour avoir aucune importance géologique, à l'exception peut-être du litium, qui pourrait bien se rencontrer dans plus de micas qu'on ne le suppose communément.

De tous les métaux dont les oxydes ne sont ni des alcalis ni des terres, le fer et le manganèse sont les plus importants en géologie. En prenant la moyenne de trente roches différentes, et négligeant les minerais de fer proprement dits, de toute espèce, on trouve que le fer constitue à l'état d'oxyde les cinq centièmes et demi des terrains stratifiés inférieurs. Le micaschiste avec grenats contient pour cent parties 14,72 d'oxyde de fer, le schiste chloriteux, 15,31, l'hypersthénite, 12,62, et le basalte, 20,00 environ. L'oxyde de fer constitue les 2 ou 3 centièmes de la masse des granites et des gneiss, et les 3 ou 4 centièmes de l'ensemble des grünsteins et des roches trappéennes. Si l'on considère en outre la quantité de fer qui existe à l'état tant d'oxyde que de carbonate, de carbure, de silicate ou de sulfure, comprenant ainsi tous les minerais de fer d'une certaine importance, et si on a égard en même temps à la proportion relative des diverses roches entre elles, on trouvera qu'on ne doit pas beaucoup se tromper en admettant que le fer constitue à peu près les deux centièmes de l'ensemble de l'écorce minérale de notre globe. Le manganèse est presque tout aussi généralement répandu dans les roches que le fer, quoiqu'il s'y trouve dans des proportions beaucoup plus petites. Il existe à peine

une roche qui ne contienne du fer, et il y en a bien peu qui n'offrent quelque trace de manganèse; cependant, à l'exception des localités dans lesquelles on en exploite les minerais, celui-ci n'existe qu'en quantités minimes. C'est dans le micaschiste avec grenats que le manganèse se trouve en proportions le plus considérables; on a calculé que l'oxyde de manganèse y forme les 123 dix-millièmes de la roche. En prenant l'ensemble des roches, on peut compter que le manganèse ne forme pas moins que les 3 ou 4 dix-millièmes de leur masse.

Les autres métaux, tels que l'étain, le cuivre, le plomb, le zinc, l'arsenic, l'argent, l'or, etc., considérés relativement à l'ensemble des roches, n'ont que peu d'importance géologique. Ils se trouvent principalement en filons, et quoique certes leur présence et leur manière générale d'être dans ces filons soient des objets du plus grand intérêt scientifique, la quantité de ces substances relativement à la masse totale de l'écorce terrestre est absolument insignifiante. Le chrome est si fréquent dans les roches serpentineuses, qu'il peut y avoir quelque connexité entre ces deux substances; peut-être la couleur verte des serpentines provient-elle de celle de l'oxide de chrome. Le titane est peut-être disséminé aussi plus généralement qu'on ne le pense, car il accompagne ordinairement les minerais de fer. La manière dont on reconnaît sa présence dans quelques-uns de ces minerais, prouve évidemment que des métaux peuvent être disséminés dans certains minerais et pourtant échapper aux analyses, à moins qu'on ne soumette à des actions chimiques de grandes masses des substances qui contiennent ces métaux.

Les principales substances qui entrent dans la composition chimique de la surface de notre planète peuvent être rangées dans l'ordre suivant, d'après leur degré d'importance.

Corps simples non métalliques.

1. Oxygène. 3. Azote. 5. Soufre. 7. Phtore.
2. Hydrogène. 4. Carbone. 6. Chlore. 8. Phosphore.

Bases métalliques des alcalis et des terres.

1. Silicium. 3. Potassium. 5. Magnésium.
2. Aluminium. 4. Sodium. 6. Calcium.

Métaux dont les oxydes ne sont ni des terres ni des alcalis.

1. Fer. 2. Manganèse.

Il paraîtrait donc que seize des substances que l'on considère communément comme des corps simples, constituent, par leurs diverses combinaisons, sinon la totalité, du moins la quantité de beaucoup la plus grande, de la matière gazeuse, liquide ou solide, organique ou inorganique dont nous connaissons l'existence à la surface de la terre.

(674) Quoique les idées du savant professeur soient refutées dans la plupart des articles de ce *Dictionnaire*, nous ajouterons çà et là quelques observations, principalement à la fin de l'exposé de son système.

MATTIOLI. *Voy.* Géologie.

MAUPIED (M. l'abbé). — M. l'abbé Maupied a publié, en 1851, un ouvrage considérable intitulé : *Dieu, l'homme et le monde connus par les trois premiers chapitres de la Genèse*, ou *Cours de physique sacrée et de cosmogonie mosaïque*. Cet ouvrage est riche de science et de philosophie critique. L'auteur y poursuit à outrance les savants spéculatifs et leurs hypothèses. Nous ne l'en blâmerons pas, tout en faisant pourtant nos réserves; car parmi les théories qu'il attaque, il en est qui ne méritent pas à ce point son animadversion, et toutes les difficultés qu'il soulève contre elles, sont loin d'être aussi sérieuses qu'il l'insinue. Au reste, tout ce qu'il essaye de substituer aux systèmes qu'il rejette, est également pure spéculation, pure hypothèse. Pour notre part, nous ne sommes pas plus satisfait des hypothèses de M. l'abbé Maupied sur la *Genèse* que de toutes celles qui ont été imaginées avant lui. Tous ces frais de science nous paraissent faits en pure perte. Le lecteur va en juger. Voici l'interprétation scientifique que donne, du premier chapitre de la *Genèse*, l'ancien professeur à la Faculté de théologie en Sorbonne (674).

Lorsque Dieu commença à créer le ciel et la terre, la terre était vide et déserte, et les ténèbres régnaient sur la surface des eaux. Et un vent violent s'agitait sur les eaux. Et Dieu dit : Que la lumière soit, et la lumière fut. Dieu voyant combien la lumière était belle, la sépara d'avec les ténèbres, et l'appela jour, après avoir donné aux ténèbres le nom de nuit. Ainsi se passa le soir et le matin de ce premier jour. Dieu dit de nouveau : Qu'une étendue se forme au milieu des eaux; qu'elle les sépare à jamais. C'est ainsi que Dieu fit l'étendue, et qu'il sépara les eaux de dessous l'atmosphère d'avec celles qui sont au-dessus; et il nomma l'étendue ciel; *ainsi se passa le soir et le matin du second jour. Dieu dit encore : Que les eaux qui sont au-dessous du ciel se retirent en un seul lieu, afin que la partie ferme paraisse, et il fut ainsi. Et Dieu appela cette partie ferme* terre, *après avoir donné aux eaux rassemblées le nom de* mers; *et il vit combien cela était beau. Il dit encore : Que la terre se couvre de verdure, de plantes renfermant de la semence féconde; et que des arbres fruitiers et d'autres qui leur ressemblent, s'élèvent de la terre, et qu'ils portent des fruits qui contiennent leur semence; et il fut ainsi..... Ainsi se passa le soir et le matin d'un troisième jour. Dieu dit : Qu'il y ait des luminaires dans l'étendue des cieux...* (675).

« Tel est le récit de Moïse sur les œuvres de la création opérées depuis le premier jour jusqu'au quatrième. Nous devons prendre ce récit tel qu'il est littéralement. Nous devons raisonner d'après ce texte et nullement d'après des interprétations ou des hypothèses quelconques. Nous avons à démontrer 1° que rien dans les sciences physiques

(675) *Gen.* I, 1, 14; *Trad. de* M. Glaire.

et naturelles n'infirme ce récit, que rien ne le combat; 2° nous tâcherons de faire voir que, au contraire, toutes les données certaines de la sciences tendent à prouver que les choses ont dû se passer telles que Moïse les raconte.

« Dieu a commencé son œuvre par la création de la terre, et cela devait être ainsi. En effet, la création matérielle a été faite pour l'homme, les faits de la science nous le prouveront, et la raison nous l'a déjà prouvé. Or, dans cet ensemble du monde créé, la terre, qui doit être l'habitation de l'homme, est évidemment la chose principale, les astres se rapportent à la terre et à l'homme. Les questions de grandeur relative, d'importance apparente, etc., ne font rien ici, parce qu'elles ne sont que les conséquences de la destination de ces corps; or ces corps étaient destinés à la terre que devait habiter l'homme. La terre a donc dû être logiquement le point de départ de la création, nous en donnerons plus tard de nouvelles preuves; c'est sur elle d'ailleurs que tout ce qu'il nous importe de connaître, tout ce qui ramène notre intelligence à l'intelligence divine, s'exécutera. Ce sera sur elle, comme point d'observation, que nous contemplerons l'univers.

« Dans le récit de Moïse, la création complète de la terre dure trois jours. Le premier jour, la terre et les eaux sont créées, puis la lumière et la succession du jour et de la nuit. Ce n'est que quand tout cela est fait que l'historien sacré dit : *Et il y eut un soir et un matin, jour un.* Le second jour Dieu créa le firmament, le ciel et l'atmosphère de la terre; le troisième jour, il sépara la terre d'avec les eaux qui la couvraient, et rendit la partie exondée solide et sèche, *aridam.* Ces faits sont contenus dans les dix premiers versets, et tous appartiennent à la création de la terre. La terre n'étant pas arrivée tout d'un coup à son état parfait, Dieu ne dit pas : *Fiat terra, que la terre soit;* car tous les *fiat* qui créent la lumière, le ciel ou l'étendue et l'atmosphère, etc., se rapportent évidemment à la terre, puisqu'ils la préparent à sa destinée, qu'ils la rendent propre à être habitée, à être, en un mot, la terre complète. Ceci nous ramène à examiner de nouveau le sens du premier verset relativement à ceux qui suivent. Nous avons déjà vu qu'il ne peut pas s'entendre de la création du ciel et de la terre. Moïse d'ailleurs parlait à un peuple qui croyait à cette création, et son but était de lui en raconter le mode; c'est pour cela qu'il entre de suite en narration par l'état primitif où se trouvait la terre au premier instant de sa création : elle *était vide et déserte, et couverte par les eaux.* Toutes ces raisons nous portent de plus en plus à admettre la traduction de M. l'abbé Glaire : *Lorsque Dieu commença à créer le ciel et la terre, la terre était vide et déserte* (676), etc.

« La terre donc, au premier instant de sa création, était plongée dans les eaux, il n'y avait encore aucun habitant, elle n'était même pas propre à en recevoir; elle était donc *vide et déserte, inanis et vacua.* Les cosmogonies de tous les peuples anciens ont conservé l'idée de la terre primitive abîmée sous les eaux, et on a exprimé cet état par le nom de chaos; mais il faut bien se garder d'entendre par là le désordre, puisqu'au contraire il y avait un ordre parfaitement conforme aux lois de la matière; le noyau solide de la terre occupe le centre, l'eau environne ce noyau, des vapeurs s'élèvent sur l'immensité des eaux, et le mouvement s'établit sur les eaux et dans les vapeurs, d'où résulte un vent violent. *Spiritus Dei ferebatur super aquas.* On a entendu par *spiritus Dei, un vent violent;* d'autres, *l'esprit fécondant, l'énergie créatrice;* le premier est le sens naturel, *un vent de Dieu, une montagne de Dieu* signifient en hébreu *un grand vent, une haute montagne.* Le second sens est le sens mystique : tous les deux sont vrais, car dans ce vent même, c'était bien toujours la puissance de l'esprit divin qui agissait.

« Mais entrons plus avant dans l'intelligence de ce texte; la terre et les eaux qui l'entourent sont créées ensemble, avec leurs lois et leurs propriétés; les eaux devaient contenir en dissolution des sels et de l'air, comme elles en contiennent aujourd'hui et probablement même davantage; car Dieu en les créant marchait vers son but, qui était de préparer un séjour propre et convenable aux êtres organisés. *Dominus creans cœlos, ipse Deus formans terram, et faciens eam, ipse plastes ejus : non in vanum creavit eam : ut habitaretur, formavit eam* (677). « Le Seigneur qui a créé les cieux, a aussi formé la terre, c'est lui qui l'a faite, et qui lui a donné sa forme (*comme le potier donne la forme au vase*); il ne l'a point créée en vain, il l'a formée pour être habitée. » Mais, à l'origine, la terre avec ses eaux était suspendue dans le vide, et équilibrée par son propre poids; on peut supposer qu'elle avait le mouvement sur elle-même; mais les lois de la gravitation, ou plutôt ses causes n'existaient pas encore, car il n'y avait point d'autre masse que la terre; rien ne pouvait agir sur elle, et par conséquent le mouvement annuel n'avait pas encore lieu.

« Alors les eaux et les substances qu'elles contenaient subirent les lois de la vaporisation, avec d'autant plus de puissance qu'il y avait un vide parfait. C'est un fait acquis à la science, que *les vapeurs se forment lentement dans l'air et instantanément dans le vide;* le vide barométrique le démontre positivement. Qu'on y introduise avec précaution une goutte d'eau parfaitement pure et privée d'air par la distillation : aussitôt cette eau, se vaporisant en partie, remplit le vide, pèse sur la colonne de mercure et la fait descendre. Un autre fait non moins remar-

(676) Cette dernière partie nous semble mieux rendue par ce sens que par celui de M. Glaire : *La terre n'était que néant et chaos.* (M. MAUPIED.)

(677) *Isai.* XLV, 18.

quable, c'est que l'eau n'entre pas en ébullition, et par conséquent en vapeur aux mêmes degrés pour toutes les hauteurs : ainsi, au niveau de la mer, sous une pression atmosphérique ordinaire de 760 millim., l'eau entre en ébullition à 100° de chaleur ; tandis qu'au sommet du mont Blanc, par exemple, où la pression atmosphérique n'est plus que de 417 millim., l'eau bout à 84° environ. Dans nos machines pneumatiques, où nous ne pouvons guère obtenir une pression moindre de 30 millim., l'eau bout à 30° ; sous une pression de 5 millim., l'eau bout à 0, c'est-à-dire à la température la plus basse avant la glace.

« Immédiatement donc après sa création, le vide parfait existant tout autour de la terre, l'eau subit la loi de vaporisation instantanée. Or, la force expansive des vapeurs s'exerçant dans tous les sens et indéfiniment comme celle de tous les gaz, la vapeur dut continuer à se former avec une grande puissance, puisqu'il n'y avait aucun obstacle, et dès lors des ténèbres épaisses enveloppèrent la terre et les eaux : *Et tenebræ erant super faciem abyssi.* Dans cette vaste enveloppe de vapeurs épaisses, s'établirent des courants, parce que c'est une propriété des fluides de n'être jamais en équilibre, mais, toujours et par la moindre cause, dans l'instabilité du mouvement ; en outre, les liquides sont aussi soumis à peu près à la même loi. Dès lors l'énorme masse des eaux qui couvraient la terre, trouvant ainsi que les vapeurs, une résistance dans la masse solide du globe, devaient perpétuer leur mouvement, par leur élasticité même. Et si la terre avait déjà un mouvement, elle devait exercer une action sur les vapeurs et sur les eaux. De là un vent violent qui vint de nouveau, en agitant ces vapeurs, faciliter la vaporisation : *Et spiritus Dei ferebatur super aquas* ; l'épaississement de plus en plus considérable des ténèbres en fut le résultat. Job résume poétiquement toutes les explications que nous venons de donner : *Qui a renfermé la mer en ses digues, quand elle rompait ses liens comme l'enfant qui sort du sein de sa mère? lorsque je l'enveloppai des nuées comme d'un vêtement, et que je l'entourai des ténèbres comme des langes de l'enfance* (678).

« Ces ténèbres étaient d'autant plus grandes qu'il n'y avait encore rien qui vint en diminuer l'épaisseur, toutes les substances contenues dans l'eau s'y trouvaient pour la plupart réduites en vapeur.

« Dieu va y apporter un nouvel ordre en créant la lumière, ou les fluides impondérables : *Et dixit Deus ; Fiat lux, et facta est lux* ; « et Dieu dit : Que la lumière soit, et la lumière fut. »

« Le fluide lumineux, l'éther est indépendant des corps lumineux ; il put donc être créé avant les corps qui déterminent en lui les phénomènes de lumière.

« *Quelle fut à l'origine l'effet de ce fluide sur la partie créée du monde?* C'est là la troisième question que nous nous étions proposée touchant les fluides incoërcibles ; pour la résoudre rappelons-nous que ces fluides remplissent les espaces, qu'ils pénètrent tous les corps, l'air, les eaux, la terre, etc. ; qu'ils possèdent une élasticité et une subtilité au-dessus de tous les autres corps connus ; qu'ils sont les agents de toutes les compositions et décompositions chimiques ; que pas un seul de ces phénomènes n'a lieu sans dégagement de chaleur et d'électricité, ou sans la présence de l'un et de l'autre de ces fluides. Rappelons-nous enfin qu'il y a souvent lumière dans ces mêmes phénomènes, et qu'il suffit d'un mouvement assez rapide dans le fluide éthéré pour produire les phénomènes lumineux.

« Dès lors, au moment de sa création, cet admirable fluide pénétra nécessairement les ténèbres de vapeurs qui enveloppaient la terre ; il pénétra la terre elle-même et les eaux ; mais là il y eut mouvement, et par conséquent lumière, qui apparut au sein des ténèbres qu'elle dilatait et dissipait en les pénétrant.

« Son action fut d'autant plus vive, que le fluide lumineux éprouvait une plus grande résistance de la part des vapeurs, arrivées à une densité que leur hétérogénéité devait rendre plus considérable ; en second lieu, de la part des eaux, et en troisième lieu, de la part du noyau solide de la terre ; il faut joindre à toutes ces causes de mouvement l'agitation du vent violent qui était porté sur les eaux ; enfin, outre ces mouvements, l'action de l'éther dut nécessairement produire des décompositions chimiques sur cette vaste étendue de vapeurs hétérogènes ; et ce fut une nouvelle cause de lumière, qui dut être si brillante et si magnifique que Dieu lui-même en admira les effets : *Et vidit Deus lucem quod esset bona ;* « Et Dieu vit combien la lumière était belle. » Mais après ce brillant effet du premier jour produit par l'effusion de la lumière au sein des ténèbres, les vapeurs, dilatées par l'action de la chaleur et de l'électricité qui avaient pénétré partout, donnèrent lieu par la raréfaction, et même par l'ébullition que dut subir l'eau, à une nouvelle formation de vapeurs, et il y eut par conséquent alternance entre la lumière et les ténèbres, dont les effets furent à jamais séparés ; et c'est là ce qu'exprime le texte sacré : *Et divisit Deus lucem a tenebris ;* « Et Dieu sépara la lumière des ténèbres. » C'est alors que leur création étant achevée, Dieu appela la lumière *jour*, et *nuit* les ténèbres créées auparavant ; *Appellavitque lucem diem, et tenebras noctem.* Et voyez comme l'Ecriture est admirable, les ténèbres sont créées comme la lumière, car, dit Isaïe : *Dieu a formé la lumière et créé les ténèbres*, et nous venons de le voir. Mais les ténèbres existèrent avant la lumière, ce qui avait donc fait d'abord un soir, puis un matin, et ce fut là l'œuvre du premier

(678) *Job* xxxviii, 8, 9.

jour : *Factumque est vespere et mane, dies unus.*

« Le premier jour nous a montré la terre enveloppée de vapeurs sillonnées par la lumière ; or, l'action du fluide éthéré dut être nécessairement de dilater les vapeurs, d'agir en même temps sur les eaux de manière à former de nouvelles vapeurs, et ce fut là le second soir où la seconde nuit. Cependant cette immense atmosphère de vapeurs, mélange confus de tous les éléments contenus dans les eaux et gazéifiés, s'était étendue jusqu'aux limites où Dieu voulait les arrêter ; l'éther qui règne maintenant dans l'espace leur oppose une résistance, tout en les pénétrant il les arrête, et leur poids d'ailleurs les maintient autour de la terre ; le vide était plein, l'eau ne pouvait plus se vaporiser. Alors l'action du fluide éthéré sur ces ténèbres vaporeuses ne fut plus dissimulée par la formation de nouvelles vapeurs, et sous l'influence de l'électricité, d'autant plus abondante qu'il y avait eu décomposition d'eau ; la terre en était saturée aussi bien que la masse des vapeurs, la séparation des éléments put s'opérer, des décompositions et de nouvelles combinaisons durent se former. Les éléments qui composent l'atmosphère proprement dite (l'azote et l'oxygène), et que la chimie nous montre plus pesants que ceux qui composent les vapeurs d'eau pure (l'hydrogène et l'oxygène combinés), s'étendirent naturellement en dessous, et des nuages se formèrent dans la partie supérieure ; l'hydrogène mis en liberté dut monter dans les plus hautes régions de l'atmosphère, où les phénomènes météorologiques nous le montrent toujours. De la sorte, il y eut réellement une étendue, une atmosphère autour de la terre, *entre les eaux et les eaux*, entre les eaux liquides et les eaux en vapeurs et l'ydrogène, *entre les eaux qui étaient au-dessous du firmament* (de l'atmosphère) *et les eaux qui étaient au-dessus.* Dieu éleva-t-il une grande partie de ces eaux vaporisées dans des régions plus éloignées de notre atmosphère, et où nous ne pouvons les atteindre par nos observations directes ? On peut le conjecturer, on l'a supposé ; mais la démonstration en est impossible par les données de la science dans son état actuel. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'hydrogène, élément de l'eau, existe dans les plus hautes régions de notre atmosphère, et s'étend à des distances que nous ne pouvons apprécier. Voilà donc comment fut créé le firmament et l'atmosphère. L'éther prit sa place définitive dans les espaces, et l'atmosphère de la terre s'établit entre les eaux et les vapeurs d'eau pure au delà desquelles s'élève encore l'hydrogène. Mais dans cette opération, pour ainsi dire chimico-électrique, des vapeurs séparées en atmosphère et en nuages, de leur décomposition, de la mise en liberté de l'hydrogène, cause et source de lumière de la condensation de l'éther, etc., il y eut production de lumière dans la vaste étendue de ce laboratoire de l'univers. Or, tout cela ne se fit pas d'une manière instantanée, puisque le vide n'existait plus comme au premier jour ; aussi, d'après le texte, Dieu dit d'abord : *Fiat firmamentum in medio aquarum et dividat aquas ab aquis ;* « Qu'il y ait une étendue au milieu des eaux, et qu'elle divise les eaux d'avec les eaux. » Et après avoir commandé, *Dieu fit le firmament, sépara les eaux qui étaient au-dessus du firmament de celles qui étaient au-dessous, et il appela le firmament, ciel.* Il y eut d'abord commandement, puis opération qui, déterminant le mouvement dans le fluide éthéré, produisit la lumière et fit le second jour ; ce second jour eut donc encore *un soir et un matin*, des ténèbres et de la lumière.

« Il n'y a plus qu'un troisième perfectionnement à opérer pour que la création de la terre soit achevée. La lumière existe, l'atmosphère est formée, mais la terre est encore plongée sous le reste des eaux qui l'enveloppent. Le fluide éthéré, l'électricité a pénétré la masse de la terre ; là, se sont rencontrées en contact des substances hétérogènes ; de l'eau s'est décomposée, des foyers de combustion souterraine ont dû se former sur une vaste échelle ; des gaz se sont développés, ils ont, par leur puissance de dilatation, la plus grande qui soit encore connue, soulevé d'immenses portions du globe : des montagnes et des vallées se sont donc formées, des bassins de mers se sont creusés, et il n'a pas fallu longtemps pour cela, en quelques heures un tremblement de terre peut parcourir le globe. Les eaux changent donc de niveau ; elles ne couvriront plus toute la terre, elles sont réunies dans un même bassin, mais l'on conçoit parfaitement que cet immense mouvement des eaux sur elles-mêmes, joint à l'action des fluides souterrains, a dû produire de nouvelles et abondantes vapeurs. Cette troisième formation de vapeurs fut la troisième nuit.

« La terre put se montrer en partie exondée ; mise à sec pour la première fois, elle était nécessairement saturée de nombreux sels que l'évaporation des eaux y avait laissés en dépôt, et dès lors cette terre était parfaitement préparée à la production d'une végétation active. Or nous avons vu quel grand et indispensable rôle la lumière et l'électricité jouent dans la production, la germination, la nutrition et l'accroissement des plantes. Dès lors l'apparition subite de cette immense quantité de plantes diverses, dont la terre se couvrit à la parole de Dieu, causa nécessairement un nouvel ébranlement dans le fluide lumineux qui avait à établir ses premiers et nouveaux rapports avec ces végétaux auxquels il est nécessaire. Ces plantes d'ailleurs, créées dans la plénitude de l'activité végétale, commencèrent à exercer, sous l'influence de ce fluide, l'absorption des vapeurs où elles puisèrent les premiers éléments de leur nourriture. Chaque plante fut comme une petite pile galvanique, agissant sur l'électricité souterraine et sur celle de l'atmosphère ; de

nombreuses et nouvelles décompositions de gaz, aussi bien que des combinaisons, durent avoir lieu sur toute l'étendue de la terre, dans un même moment. Or, s'il est démontré en physique que la végétation qui se développe lentement dans l'état actuel, est une des plus grandes sources de l'électricité atmosphérique et des météores qui en sont la suite, que l'on juge de l'effet que dut produire l'apparition et la formation presque instantanée de toute une végétation adulte et en pleine activité au milieu de la vaste étendue de l'atmosphère. Cette combinaison d'actions multiples dut donc produire un troisième éclaircissement qui fut le troisième jour, qui eut, comme les précédents, un soir et un matin.

« Enfin, après la création des végétaux, lorsque la lumière et l'atmosphère eurent établi leurs rapports avec eux, le calme se rétablit, l'éther ne fut plus en vibrations si actives, et le phénomène de la lumière ou du jour céda la place à la quatrième nuit, qui sera dissipée par la création du soleil; et, à partir de ce point, commencera la succession des jours et des nuits telle que nous la voyons maintenant.

« A toutes les considérations précédentes, tirées de la nature des choses et des effets, les plus certains et les mieux constatés, des substances créées jusqu'ici, il faut ajouter que la succession du jour et de la nuit n'est pas uniquement le simple phénomène de la présence ou de l'absence du soleil sur l'horizon; il y a encore bien d'autres choses. En effet, l'état de l'atmosphère n'est pas le même pendant la nuit et pendant le jour; sa densité est beaucoup plus considérable pendant la nuit, et c'est même là la cause qui fait qu'on entend pendant la nuit les plus légers bruits qu'on n'entendrait pas pendant le jour, et que les sons divers ont beaucoup plus d'intensité et d'étendue. L'état du fluide éthéré n'est pas le même non plus, les variations diurnes de l'électromètre et celles de l'aiguille de déclinaison le prouvent suffisamment : l'état de la terre et des eaux est aussi différent. Les corps organisés et vivants subissent toutes ces influences; le sommeil des plantes, celui des animaux en dépendent; la pathologie prouve la même chose pour les malades, dont les symptômes ne sont pas les mêmes pendant la nuit et pendant le jour; la nuit est beaucoup plus favorable au repos et le jour à la veille. Tous ces faits et bien d'autres prouvent donc une modification générale de tous les éléments du globe, modification qui a ses périodes fixes, et auxquelles sont probablement dus une foule de phénomènes dont on ne connaît pas encore bien la cause; les variations barométriques horaires et diurnes en dépendent certainement. Peut-on dire que l'influence du soleil est la seule cause de ces modifications? elle y a sans aucun doute une grande part, mais elle n'est pas la seule cause; les éclipses totales ou à peu près totales, dont on pourrait ici invoquer l'expérience, prouvent au contraire notre thèse. Le soleil est en effet absent; mais on n'a pourtant jamais l'effet complet de la nuit, il s'en faut même de beaucoup. Il y a donc quelque chose de plus. Et d'ailleurs, si le soleil a une influence sur ces modifications diverses du jour et de la nuit, c'est évidemment parce que son action est combinée avec l'ordre général de ces modications. Ne serait-il pas aussi probable d'admettre qu'une fois la terre créée avec son atmosphère de vapeurs, puis le fluide éthéré répandu dans les espaces, ce qui eut lieu le premier jour, il y eut des causes impulsives de mouvement dans ces fluides, et des résistances, causes de repulsions dans les vapeurs, les eaux et la terre? Dès lors les flux et reflux de la mer éthérée, ceux des vapeurs qui enveloppaient la terre, et toutes les actions qui se passaient dans le sein de la terre, durent établir cette périodicité, cette succession d'états et de modifications nocturnes et diurnes qui acquerront une plus grande intensité et une plus grande stabilité par la création du soleil et des astres. Nous pouvons donc, sinon rigoureusement conclure, au moins présumer avec fondement que la division entre le jour et la nuit consista en grande partie dans l'établissement de cette périodicité de modifications, qui devait être si importante et si nécessaire à l'existence de la vie dans le monde. Or, comme tout tendait là, il fallait en préparer à mesure les lois générales.

« Cette loi des modifications générales diurnes et nocturnes de tous les corps admise (et les données de la science tendent à la confirmer), la mesure des trois premiers jours n'offre plus aucune difficulté, puisqu'elle est réglée par cette loi, qui est la même aujourd'hui qu'alors.

« D'autres raisons viennent encore à l'appui. La lumière, de quelque source qu'elle vienne, se propage dans toutes les directions, en ligne droite dans un milieu homogène, et en ligne courbe dans un milieu hétérogène; mais la courbe ne suit pas la convexité des corps : c'est même là une des causes de la succession du jour et de la nuit sur la terre; car si le rayon de lumière se recourbait suivant la convexité de la terre, au lieu de nous être renvoyé par la réflexion de la lune, il entourerait la terre, et nous aurions un jour perpétuel. Or, quand la lumière fut créée, elle put très-bien être créée dans un point d'où elle se répandît dans tout l'univers; un texte d'Isaïe semble appuyer cette manière de voir : *Hoc dicit Dominus Deus, creans cœlos, et extendens eos* (679); car par les cieux nous avons vu qu'il fallait entendre l'effusion de l'éther dans l'espace. Dieu crée donc d'abord le fluide, puis il l'étend et lui donne ensuite le nom de ciel. Cette effusion de fluides dut déterminer un mouvement dans la terre ou autour d'elle; quelle que soit

(679) *Isai.* XL, 5

la manière dont ce mouvement se soit opéré, que la terre ait accompli sa révolution diurne, ou que la lumière se soit répandue autour d'elle, cela revient à peu près au même, puisque la grandeur de la terre en est la principale mesure ; par conséquent la durée du premier jour fut mesurée par ce mouvement quel qu'il ait été. Les deux jours qui suivirent furent mesurés de la même manière, car les phénomènes qui y donnèrent lieu, la création du firmament, le dessèchement de la terre et la production des plantes, s'accomplirent également tout au tour de la terre.

« Il n'y a donc rien dans la science qui puisse empêcher d'accorder aux trois premiers jours à peu près la même durée qu'aux suivants, et cela nous suffit. Le texte sacré d'ailleurs emploie, pour en marquer la durée, les mêmes expressions que pour les autres jours. Nous n'avons donc pas de raisons pour ne pas les admettre semblables.

« Ainsi donc, les trois premiers jours de la création, bien qu'ils ne fussent pas absolument comme nos jours actuels, furent pourtant de véritables jours, qui eurent pour cause, comme les nôtres, le mouvement du fluide lumineux ; la seule différence fut dans la cause de ce mouvement qui, pour nos jours, est le soleil, mais qui pour le premier jour fut la création et l'effusion de la lumière ; pour le second, l'action chimique de la création de l'atmosphère et du ciel ; pour le troisième, l'action de la végétabilité.

« L'explication que nous venons de proposer est simple, sans système, et fondée uniquement sur les observations physiques les plus générales comme les plus vulgaires et les mieux démontrées. Toutes les objections qu'on pourrait y faire sont sans valeur, si l'on veut bien se rappeler ce que nous avons déjà démontré dans nos premières leçons.

« En effet, on ne peut tirer ces objections que de l'état plus compliqué dans lequel est actuellement notre univers, c'est-à-dire de l'action combinée des lois générales qu'on y observe. Or nous avons prouvé, nous semble-t-il, que le monde n'a pas pu être créé par l'action de ces lois, qui, tenant aux propriétés des corps, n'ont pu exister qu'avec ces corps. Mais quand même on admettrait, contre toute raison, ces lois existantes indépendamment des corps, on sera toujours forcé de reconnaître qu'elles n'ont pu régir ce qui n'existait pas, et par conséquent, dans ce cas-là même, elles étaient comme n'existant pas, puisqu'elles étaient sans action.

« Nous avons montré, en outre, que la création a dû se faire d'une manière logique et raisonnable ; c'est-à-dire que les corps divers n'ont dû être créés que dans le moment où ils étaient nécessaires pour préparer la création des corps qui devaient suivre, mais qu'étant créés avec leurs propriétés, ces propriétés ont exercé leur influence au moment même de leur création, et que c'est de la combinaison des influences réciproques de ces propriétés diverses, à mesure qu'elles étaient produites, qu'est résulté l'ordre actuel du monde. C'est ainsi que l'homme étant le but final de la création matérielle, la terre a dû être créée la première, avec ses eaux qui en font une partie essentielle et nécessaire. Mais c'est une propriété de ces eaux de se vaporiser instantanément dans le vide : les ténèbres ou les vapeurs sont donc la conséquence immédiate de leur création. Il faut dissiper les ténèbres pour former une atmosphère. L'éther, qui comprend la lumière, la chaleur et l'électro-magnétisme, est créé, et aussitôt son action divise, compose et décompose les éléments en vapeurs, et de là résulte l'atmosphère, et une première division du temps par la périodicité des actions des fluides. Il faut que la terre soit mise à sec pour produire des végétaux. Les bassins des mers sont creusés et ils recueillent les eaux ; de nouvelles vapeurs en diminuent la quantité, et la terre, mise à sec, produit des végétaux avec lesquels vont se mettre en rapport l'atmosphère, les vapeurs et l'éther ; d'autres créatures viendront ensuite, et avec elles des influences nouvelles et multiples.

« Il est évident qu'on ne peut conclure de ce qui est actuellement ce qui fut alors ; on ne peut conclure que partiellement, en défalquant l'action et l'influence des corps qui n'étaient pas encore créés, pour n'admettre que l'action des corps existants. En un mot, il faut se placer au point de vue de l'écrivain sacré pour discuter sa thèse. Or c'est ce que nous avons fait. Les objections ne seront donc valables qu'en partant de ce seul point de vue ; il faut le trouver en défaut, en contradiction avec lui-même, ou avec les faits scientifiques bien démontrés. Or on ne le fera pas, car nous nous sommes appuyés sur les vérités physiques les plus simples et les plus généralement admises, et que personne ne peut nier.

« Nous avons pris également le texte dans son sens le plus grammatical, le plus naturel et le plus rigoureux, et nous avons vu que les données les plus générales et les plus positives de la science s'accordent nettement avec lui. Nous verrons plus tard qu'il n'en est pas de même, quand on veut torturer le texte, pour l'accorder avec des systèmes sans base.

« Nous pouvons donc conclure, et c'est là la chose importante, que les trois premiers jours de la création furent des jours de même nature que ceux qui suivirent, du moins d'après les seules considérations que nous avons faites jusqu'ici ; et enfin que les œuvres de ces trois jours ont pu s'accomplir ainsi que les raconte Moïse, puisque les données de la science, loin de s'y opposer, conduisent à accepter son récit. Nous avons quelques mots à ajouter pour montrer que les choses ont dû se passer ainsi.

« En effet, dans le récit de Moïse, la terre est d'abord créée avec ses eaux et leurs vapeurs; puis la lumière, l'étendue, le firmament ou le ciel et l'atmosphère, et les eaux liquides sont séparées des eaux en vapeurs et de l'hydrogène. Les bassins des mers sont creusés, la terre est ensuite exondée et produit les végétaux; enfin le soleil, la lune et les étoiles sont créés.

« Il ne s'agit pas ici de raisonner sur la puissance de Dieu, qui a pu faire les choses comme il a voulu. Notre tâche consiste tout simplement à raisonner en observateur, avec les faits connus et les lois que la science démontre. Or, à ce point de vue nous avons déjà démontré que le monde n'a pas pu être créé à l'état élémentaire, à l'état gazeux, puisque alors, nulle agrégation, nulle masse n'aurait pu se former; en outre le mouvement n'aurait pu exister, puisqu'il n'y aurait eu que des forces impulsives sans résistances, et par conséquent une dilatation indéfinie. Il faut donc admettre création de masses et création de fluides. Mais les masses ont-elles pu être créées toutes ensemble avant que les espaces fussent remplis par les fluides éthérés? La simple réflexion amène à conclure que c'eût été là un désordre. En effet, nous avons prouvé que l'hypothèse de l'attraction, comme propriété essentielle de la matière, sans aucune cause, est une chimère inconcevable. Dès lors, des masses jetées ainsi dans le vide, sans aucun lien qui les équilibre, qui les retienne et les règle, sont nécessairement exposées à des chocs qui doivent les détruire; en outre, l'harmonie du poids de chacune avec les distances n'est réglée par rien, et quand les fluides viendront, il faut leur supposer une puissance qu'ils n'ont pas, pour remettre tout en place; tandis qu'au contraire, les masses arrivant lorsque l'espace est déjà rempli par les fluides, elles s'y équilibrent tout naturellement, elles sont retenues et enveloppées par ces fluides, elles sont réglées dans leurs mouvements respectifs par l'action impulsive des fluides et par leur propre action de résistance. Les fluides ont donc dû être créés avant l'ensemble des masses. Cependant ont-ils dû être créés, dans notre monde solaire, avant la masse de la terre? Non, et par une raison semblable; il n'y a aucun inconvénient à la création d'une seule masse primitive sans les fluides. Mais si les fluides sont créés tout d'abord, comme il n'y a aucune résistance, l'expansion indéfinie doit avoir lieu, puisque telle est la propriété des fluides; au lieu que s'il existe une résistance, quand les fluides arriveront, la force impulsive se combine avec la résistance, et les mouvements en naissent; l'expansion indéfinie n'a plus lieu; de la sorte, le levier représenté par la résistance de la terre est préparé pour recevoir l'application de la force des fluides. En outre, la vaporisation des eaux était bien plus facile avant l'existence des fluides. Mais s'il faut admettre que les fluides sont composés des éléments de l'eau réduits à leur état de simplicité; en un mot, si l'air et l'éther sont les éléments les plus subtils de l'eau, comme plusieurs physiciens l'ont cru, il est impossible d'expliquer les choses, si la masse de la terre et des eaux n'a pas été créée la première. En effet, si les éléments fluides avaient été créés les premiers, la loi de l'expansion indéfinie, l'absence de mouvement, de résistance, de causes, de pression, aurait à jamais empêché l'agrégation des masses et leur formation au milieu des fluides; au contraire, la masse étant créée la première, la loi de la vaporisation instantanée dans le vide fait surgir les vapeurs, et facilite la décomposition des éléments subtils contenus dans l'eau, pour en former les fluides. De la sorte tout est conforme aux lois connues, dont l'atmosphère et tous les fluides sont des conséquences et des effets. Nous verrons plus tard pourquoi les végétaux ont dû être créés avant le soleil. Pour le moment, nous nous contenterons de remarquer que la création des astres, alors que les fluides remplissent l'espace, est en conformité avec les lois du mouvement et que, par conséquent, ils sont venus dans le temps opportun. En effet, soit que le soleil ait été formé par une concentration de l'agent de la lumière, soit qu'il ait été créé d'une substance spéciale, il venait quand tout était préparé ou pour le former ou pour le recevoir. Il en est de même des autres astres.

« Avant d'aller plus loin, nous avons à revenir sur nos pas, afin de ne rien laisser de douteux, rien d'obscur. Nous avons suffisamment exposé l'œuvre du premier jour, la formation des ténèbres, la création de la lumière et son action. Nous devons maintenant dire un mot de l'œuvre du second jour, avant de passer à la théorie de la terre dont la création est achevée au troisième jour.

« Or voici l'œuvre du second jour dans le texte de la Vulgate : *Dixit quoque Deus : Fiat firmamentum in medio aquarum, et dividat aquas ab aquis. Et fecit Deus firmamentum, divisitque aquas quæ erant sub firmamento, ab his quæ erant super firmamentum. Et factum est ita. Vocavitque Deus firmamentum, cœlum, et factum est vespere et mane, dies secundus* (680). « Dieu dit encore : Qu'il y ait un firmament au milieu des eaux, et qu'il divise les eaux d'avec les eaux. Et Dieu fit un firmament, et il divisa les eaux qui étaient sous le firmament, de celles qui étaient au-dessus du firmament. Et il fut ainsi. Et Dieu appela le firmament, ciel : et il y eut un soir et un matin, jour second. » Nous avons déjà expliqué la division des eaux par l'action chimique du fluide éthéré sur la décomposition des vapeurs. Le seul point qui doive maintenant

(680) *Gen.* I, 6-8.

nous occuper, c'est le mot *firmamentum* qui semble impliquer quelque chose de la solidité, et considérer les cieux comme une voûte solide et ferme. De là certains esprits ont pu prendre occasion de tourner en ridicule ce qu'il leur a plu d'appeler la physique de l'Écriture, et par suite d'en tirer une objection contre l'inspiration divine, comme si Dieu avait dû charger ses envoyés d'apporter aux hommes la science des choses physiques toute faite, sans rien laisser à l'intelligence humaine à découvrir.

« Mais, avant toute discussion scientifique, avant toute explication plus ou moins plausible qu'il nous serait permis de proposer, il est une remarque importante à faire; elle coupe court à toutes les objections, elle renvoie le ridicule à ses auteurs. Le but de la révélation n'est nullement le monde physique, ni les sciences humaines. L'homme, être moral et social, pour lequel ce monde physique a été fait, voilà le seul but que Dieu pouvait se proposer en se révélant à l'homme, afin de se faire connaître à lui, de lui apprendre en même temps sa propre origine, sa nature, ses destinées et ses obligations. En se servant d'hommes spécialement choisis pour être ses organes auprès de leurs semblables, Dieu les revêt de son autorité et de sa véracité. Mais ces sublimes prérogatives ne sont point accordées à ces hommes pour leur individu, elles leur sont données pour ceux vers lesquels ils sont envoyés; il en est absolument des prérogatives des prophètes comme des pouvoirs donnés à l'Église et aux prêtres. L'Église enseignante a reçu les promesses d'infaillibilité dans la doctrine, mais les hommes qui sont revêtus de cette prérogative ne sont pas pour cela infaillibles pour eux-mêmes, ils ne le sont que pour instruire l'Église enseignée. Les prêtres ont le pouvoir de conférer les sacrements, mais ce pouvoir n'est pas donné pour leur individu, il est donné pour les autres hommes. Dès lors, puisque les prophètes, les envoyés de Dieu, l'Église, les prêtres doivent exercer leur mission vis-à-vis des autres hommes, il est absolument nécessaire qu'ils emploient les moyens propres à agir sur les hommes auxquels ils se sont adressés; qu'ils leur parlent un langage que les hommes puissent comprendre, et qu'ils agissent d'une manière proportionnée à leur intelligence. A ce point de vue, supposez Moïse venant, en savant physicien, expliquer aux Hébreux comment le ciel n'est pas quelque chose de solide, mais un plein fluide, ou autre chose à quoi ce peuple n'eût rien compris, et jugez alors où serait le ridicule. Quand bien même Moïse eût parfaitement connu la nature du ciel, ce qui peut être, il devait mettre de côté sa science pour parler aux Hébreux un langage qu'ils comprissent, pourvu qu'il n'y eût rien d'absurde dans son expression. Qu'y a-t-il là d'étrange? absolument rien, et cette réponse est générale pour toutes les difficultés du même genre. Nous pourrions donc en rester là, si la nature de ce cours ne nous obligeait à aller un peu plus loin dans l'explication de ce mot *firmament*.

« Si nous consultons la philosophie ancienne et spécialement la philosophie grecque, nous trouvons qu'un grand nombre de philosophes ont considéré le ciel comme une voûte parfaitement solide, à laquelle plusieurs fixaient les étoiles et les astres. Qu'y aurait-il d'étonnant si les Hébreux avaient eu les mêmes idées, auxquelles Moïse se serait accommodé? Mais nous allons voir qu'il n'en est rien, et que la physique, aussi bien que la philosophie des Livres saints, n'a admis aucune des nombreuses erreurs que nous rencontrons à chaque pas dans les sciences humaines de l'antiquité : et c'est déjà un fait bien remarquable.

« En effet, pour la difficulté qui nous occupe, le texte hébreu, qui est l'original, la lève de la manière la plus complète et la plus satisfaisante, (יהי דקיע) *iehi raqiah* ; « Qu'il y ait une étendue, » dit le texte; le mot *raqiah* vient du verbe *raqah*, qui signifie à la forme absolue *broyer, fouler aux pieds, disjoindre en broyant, affermir, rendre solide.*

« A la première forme causative, il signifie *disjoindre, étendre;* enfin à la seconde forme causative, il signifie *étendre, expandere;* or, c'est de cette dernière forme qu'est tiré le mot *raqiah*, qui signifie donc étendue; d'où il suit que Moïse disait aux Hébreux : Dieu a fait la vaste étendue qui couvre vos têtes et il l'a appelée ciel.

« Le même mot *raqiah* est pris dans l'Ecriture au figuré pour signifier tout ce qui sert d'appui, de protection; on lit en plusieurs passages de l'Ecriture : Dieu est mon *raqiah*, mon appui, mon protecteur. Il signifie tout ce qui sert de lien, tout ce qui affermit, de quelque manière que ce puisse être.

« Les Septante ont traduit *raqiah* par στερέωμα qui signifie *appui, tout ce qui sert à affermir, à consolider.* et qui s'emploie au propre et au figuré comme l'hébreu *raqiah*.

« Le mot latin *firmamentum* a toutes les mêmes significations propres et figurées.

« A ne s'en tenir donc qu'à l'étymologie des mots, l'expression hébraïque signifiant *étendue, ciel,* aurait été traduite en grec et en latin par στερέωμα et *firmamentum*, qui marquent quelque chose de solide; ce qu'il faudrait peut-être attribuer aux idées philosophiques des Grecs sur la solidité du ciel, et cela ne prouverait absolument rien pour la valeur de l'expression dont s'est servi Moïse, mais montrerait seulement que les interprètes se sont accommodés aux idées de ceux pour qui ils traduisaient.

« Quoi qu'il en soit de ces étymologies, en rapprochant les principaux textes de l'Ecriture qui peuvent nous apprendre quelle idée les auteurs inspirés attachaient à la nature des cieux, nous verrons qu'elles sont parfaitement conformes à ce que nos langues en disent. Nous lisons dans Job

(681) : *Tu forsitam cun eo (Deo) fabricatus es cœlos, qui solidissimi quasi œre fusi sunt.* En hébreu : « Tu as peut-être étendu avec lui (Dieu) les cieux solides comme un miroir fondu. » Les cieux sont ici comparés à un miroir d'airain fondu; comme lui, ils paraissent solides et éclatants. Ezéchiel (682) se sert à peu près de la même comparaison : *Et similitudo super capita animalium firmamenti, quasi aspectus crystalli* : « Et sur la tête des animaux la ressemblance du firmament, comme l'aspect du cristal. » Ces comparaisons, prises dans la nature apparente des choses, ne disent rien sur la composition intime des cieux, elles répondent au *cristal des cieux*, *au miroir du firmament* de nos poëtes, et voilà tout; c'est un langage poétique et nullement une nomenclature scientifique. Si les écrivains sacrés s'étaient servis de la nomenclature des savants, les poëtes auraient pu se plaindre; ils se sont servis du langage poétique, les nomenclateurs se plaignent; cela ne prouve qu'une chose : chacun plaide pour l'objet de sa prédilection, et ne veut rien juger que d'après la faible mesure des étroites *limites* de ses connaissances.

« Souvent, dans l'Ecriture, les mots *cœlum* et *firmamentum* sont synonymes; le Psalmiste (683) dit en effet : *Cœli enarrant gloriam Dei, et opera manuum ejus annuntiat firmamentum* : « Les cieux racontent la gloire de Dieu, et le firmament proclame les œuvres de ses mains. » D'après les règles du parallélisme hébraïque, les deux parties de ce verset reproduisent la même idée, et *cœli* et *firmamentum* signifient, par conséquent, la même chose; cette identité de signification est d'ailleurs prouvée par une foule d'autres textes, et notamment par le premier chapitre de la *Genèse*.

« Or voyons ce que l'Ecriture dit des cieux ou du firmament : *Hoc dicit Dominus Deus, creans cœlos, et extendens eos : firmans terram, et quæ germinant ex ea* (684) : « Voici ce que dit le Seigneur, qui a créé les cieux et qui les a étendus, qui a affermi la terre et ce qui germe d'elle. » *Ego Dominus, faciens omnia, extendens cœlos solus, stabiliens terram et nullus mecum* (685) : « Je suis le Seigneur, j'ai fait toutes choses; seul, j'ai étendu les cieux et affermi la terre, et nul n'était avec moi. » *Manus meæ tetenderunt cœlos, et omni militiæ eorum mandavi* (686) : « Mes mains ont étendu les cieux, et j'ai donné la loi à toute leur milice. » D'après ces textes, le firmament ou les cieux sont une étendue opposée à la terre qui est affermie. Cependant nous lisons ailleurs que les cieux ont été affermis; il est donc utile de rechercher la signification de ce mot : *Verbo Domini cœli firmati sunt*, dit le Psalmiste, *et spiritu oris ejus omnis virtus eorum* (687). Les cieux ont été affermis par la parole du Seigneur, et toute leur armée par le souffle de sa bouche. » Or, l'armée des cieux, ce sont les astres. Les cieux et les astres ont donc été affermis par la parole et par le souffle du Seigneur. Evidemment, ici, il s'agit de l'ordre constant des cieux, des mouvements réguliers des astres; c'est Dieu qui a établi cet ordre et ces mouvements; l'expression *affermi* ne peut donc signifier que cet ordre et la régularité de ses mouvements, ce qui n'entraîne nullement une solidité matérielle, pas plus que le mot *établir*, dont nous nous servons dans le même sens en français. (*Dominus*) *qui firmavit terram super aquas* (688), dit encore le Psalmiste : « Le Seigneur qui a affermi la terre sur les eaux. » La signification du verbe *affermir* ne peut être douteuse ici; elle ne peut exprimer que l'équilibre de la terre au milieu des eaux; or, l'équilibre entraîne avec lui l'idée de fermeté, de résistance, de solidité; c'est cet équilibre qu'exprime le verbe *affermir* toutes les fois qu'il est question des astres, du ciel, de la terre et des eaux dans l'Ecriture; le livre des *Proverbes* va nous le prouver d'une manière évidente; c'est la Sagesse qui parle : *Quando præparabat cœlos, aderam; quando certa lege et gyro vallabat abyssos; quando æthera firmabat sursum, et librabat fontes aquarum; quando circumdabat mari terminum suum et legem ponebat aquis, ne transirent fines suos; quando appendebat fundamenta terræ, cum eo eram, cuncta componens* (689). « Lorsqu'il préparait les cieux, j'étais présente; lorsqu'il environnait les abîmes d'un cercle immense et d'une loi inviolable, lorsqu'il affermissait les régions éthérées et qu'il équilibrait les sources des eaux, lorsqu'il entourait la mer de limites et qu'il imposait une loi aux eaux, afin qu'elle ne passassent point leurs bornes; lorsqu'il suspendait les fondements de la terre, j'étais avec lui, coordonnant toutes choses. »

« C'est donc ici la loi de la libration générale de l'univers qui est peinte d'une manière admirable, et que Job va nous rendre avec autant de poésie : *Qui extendit aquilonem super vacuum, et appendit terram super nihilum, qui ligat aquas in nubibus suis, ut non erumpant pariter deorsum. Qui tenet vultum solii sui, et expandit super illud nebulam suam. Terminum circumdedit aquis, usque dum finiantur lux et tenebræ* (690). « C'est lui qui a étendu l'aquilon sur le vide et suspendu la terre sur le néant; c'est lui qui lie les eaux dans les nuées, afin qu'elles ne fondent pas tout à la fois sur la terre; c'est lui qui soutient *aux cieux* l'aspect de son trône et qui répand au-devant ses nuages; c'est lui qui a marqué leurs bornes aux eaux, jusqu'à ce que finissent la lumière et les ténèbres. » Le prophète Isaïe peint la même loi dans son langage sublime : *Quis mensus*

(681) *Job* XXXVII, 18.
(682) *Ezech.* I, 22.
(683) *Ps.* XVIII, 1.
(684) *Isa.* XL, 5.
(685) *Isa.* XLIV, 24.
(686) *Isa.* XLV, 12.
(687) *Ps.* XXXII, 6.
(688) *Ps.* CXXXV, 6.
(689) *Prov.* VIII, 27-30
(690) *Job* XXVI, 7-10

est pugillo aquas, et cœlos palmo ponderavit? Quis appendit tribus digitis molem terræ, et libravit in pondere montes, et colles in statera (691)? « Qui a mesuré les eaux dans le creux de sa main et pesé les cieux de ses doigts? Qui soutient de trois doigts la masse de la terre, et qui a équilibré les montagnes sur leur propre poids et mis les collines dans la balance? »

« Cette abondance de textes, auxquels on pourrait en ajouter bien d'autres, ne peut laisser aucun doute sur le sens de toutes ces peintures poétiques. Les écrivains sacrés ont donc voulu nous apprendre que c'est Dieu qui a établi l'équilibre des cieux, de l'air et des nuages, des astres et des eaux aussi bien que de la terre. Ils se sont servis du langage poétique qui exprime ce que voient les sens; il est facile de traduire leur pensée en langage scientifique; mais ils ne pouvaient ni ne devaient se servir de ce dernier langage, qui varie avec les progrès de la science humaine, et il serait absurde de leur en faire un reproche.

« De cet ensemble ressort aussi le sens rigoureux qu'il faut attacher au mot *firmament*, soit qu'avec l'hébreu on l'entende de l'étendue des cieux, soit qu'avec les Septante et la Vulgate on y attache l'idée de fermeté. Dans tous les cas, ce firmament n'est autre chose que l'admirable équilibre qui règne dans les espaces, qui règle les mouvements des astres et celui de la terre.

« Si maintenant vous voulez vous rappeler que nous avons démontré qu'il fallait absolument admettre que les espaces de notre monde solaire sont remplis de fluides; que ces fluides sont des causes impulsives de mouvement; qu'ils opposent une résistance aux solides; que les solides leur opposent à leur tour une résistance d'où résulte la répulsion et les mouvements divers, en vous rappelant tous ces faits, vous comprendrez combien est juste et rigoureuse l'expression de firmament pour désigner les espaces du ciel, puisque les fluides étendus dans ces espaces sont le lien d'équilibre, la cause de stabilité des mouvements des astres et de la terre. Cette interprétation scientifique découle de tout ce que nous avons démontré jusqu'ici; ce n'est point un de ces efforts d'imagination, une de ces idées creuses, telles que pourraient le croire les personnes qui n'ont aucune idée nette et arrêtée sur les lois du mouvement et sur ses causes dans notre monde, et qui s'imaginent que l'air et les fluides, à cause de leur subtilité, ne peuvent rien affermir, rien solidifier; personnes qui ignorent à ce point les faits les plus vulgaires de l'expérience, qu'elles ne savent pas que c'est le poids de l'air qui empêche la vaporisation des eaux et qui les maintient, les *affermit* dans l'état liquide. Le texte sacré est plus juste et plus vrai.

« Considérez, en effet, ce qu'il dit : *Fiat firmamentum in medio aquarum, et dividat aquas ab aquis.* « Qu'il y ait un firmament au milieu des eaux, et qu'il divise les eaux d'avec les eaux; qu'il divise les eaux qui sont au-dessus du firmament d'avec celles qui sont au-dessous. » Or qu'est-ce qui divise les eaux liquides des eaux en vapeurs? N'est-ce pas l'atmosphère composée de gaz, plus pesants que les vapeurs d'eau, qui doivent, par conséquent, s'élever au-dessus? Mais n'est-ce pas encore cette même atmosphère qui pèse sur les eaux des mers et les maintient, les affermit dans leur état liquide et dans leurs limites? Quel nom pouvait donc mieux lui convenir que celui de *firmament*, qui signifie tout ce qui affermit, tout ce qui maintient, au propre comme au figuré?

« Ainsi, la terre est environnée des eaux liquides; la terre et les eaux sont enveloppées par l'atmosphère qui maintient la terre en équilibre et les eaux dans leur état liquide; au-delà de l'atmosphère se trouvent des eaux en vapeurs et de l'hydrogène, qui sont à leur tour comprimés par les fluides qui remplissent les espaces et forment le ciel, et au milieu desquels se meuvent avec ordre les astres, et ainsi l'ordre est constant, tout est affermi dans l'équilibre par les cieux ou le firmament. »

M. Maupied essaie ensuite une *théorie de la terre*, mais auparavant il s'efforce de démolir les *théories neptunienne* et *plutonienne*. Il a contre elles d'excellents arguments : voyons s'il en a d'aussi décisifs en faveur de la sienne.

« Scientifiquement parlant, dit-il, on ne peut imaginer que quatre hypothèses fondamentales sur l'origine de notre planète, parce que nous ne connaissons la matière que sous trois états : l'état solide, l'état liquide, et l'état fluide ou gazeux; par conséquent la terre ne peut être supposée avoir existé originairement qu'à l'un de ces trois états, ou bien à un état mixte, qui serait la combinaison des solides, des liquides et des gaz. Il n'y a pas d'autre hypothèse imaginable. Or nous avons vu que l'hypothèse astronomico-chimique, qui suppose la terre originelle à l'état gazeux, est de tout point insoutenable et inadmissible.

« L'hypothèse de la fluidité ignée, ou plutonienne, n'est pas plus solidement établie : en contradiction avec un grand nombre de faits, elle n'en explique aucun d'une manière satisfaisante.

« L'hypothèse neptunienne ou de l'état liquide aqueux, généralement abandonnée aujourd'hui, n'a d'ailleurs pour elle aucune raison sérieuse, et elle est en contradiction avec la plupart des faits observés.

« Aucune hypothèse n'a jamais prétendu que la terre eût été créée à l'état purement solide : une telle hypothèse n'aurait d'ailleurs pour elle aucun appui.

« Il ne nous reste donc que le quatrième cas, savoir : que la terre a été créée sous les trois états, solide, liquide et gazeux, combi-

(691) *Isa.* XL, 12.

nes. Cette théorie n'a rien d'exclusif : elle fait concorder toutes les sciences physiques et morales ; elle rend compte de tous les faits, comme nous espérons le faire voir ; elle est donc éminemment scientifique : or c'est la théorie de Moïse.

« Quelle que soit l'hypothèse qu'on embrasse, il faut nécessairement admettre que la terre a été créée pour un but et qu'elle a reçu une forme convenable à sa fin. Or tout nous prouve que la terre est faite pour servir de séjour aux autres êtres organisés et à l'homme. En outre, dans toute hypothèse, il faut admettre une première création, au moins celle des éléments : ce qui ne fait que reculer la difficulté en l'augmentant. Si l'on veut en effet que la terre ait été créée à l'état élémentaire ou gazeux, on est obligé de reconnaître que la nature aveugle l'a ensuite arrangée d'une manière harmonique avec sa fin qui est de recevoir des êtres organisés : or, une telle prévision, dans une cause aveugle, dans le hasard, n'est pas rationnelle. En outre, ce système enlève une partie des propriétés de la matière et supprime par conséquent es lois du monde physique ; et nous avons vu que, par là même, il rend toute combinaison et toute formation impossibles : il en est de même des autres hypothèses. Puis donc qu'il faut admettre une première création, n'est-il pas plus logique, et par là même plus scientifique, d'admettre que la matière a été créée avec toutes ses lois essentielles et dans l'état convenable au but de sa création? Cette théorie est beaucoup plus scientifique qu'une hypothèse exclusive et sans base; elle est conforme au grand principe d'Aristote : qu'en toute chose il faut rechercher la cause, et surtout la cause première, et que nous n'avons la science d'une chose que quand nous en connaissons les causes : ici nous avons la cause finale et la cause première.

« En effet Dieu, en créant la terre, ne se proposait évidemment rien autre chose que de préparer aux végétaux, aux animaux, à l'homme, un lieu propre à leur servir d'habitation; il dut donc la créer dans l'état le plus convenable à cette destinée. Or, si la terre avait été primitivement à l'état gazeux, de fusion ignée ou de liquéfaction aqueuse, ce devrait être un sphéroïde parfait de révolution, sans la moindre inégalité, sans montagnes et sans vallées, par conséquent. Dès lors, plus de cours d'eau possibles, plus de températures, de climats variés, et par conséquent les êtres organisés n'auraient pu y vivre : car il faut, à la plupart, des cours d'eau, il faut, pour les divers êtres, des climats divers. Dans l'hypothèse même où il y aurait eu de l'eau, il aurait encore fallu que tous ces êtres eussent pu vivre sous le même climat. En outre, la structure actuelle du globe prouve qu'il y a eu, dès l'origine, des vallées, des montagnes et des cours d'eau : sans cela, en effet, les terrains stratifiés, les couches secondaires et tertiaires n'auraient pu se former. Car d'où seraient venus les détritus, les terres charriées, rapportées, puisqu'il n'y aurait eu aucune pente, aucune cause de transport? On ne peut pas dire que toutes les montagnes auraient pu se former postérieurement, et par là amener toutes les conditions que nous demandons ici. Par quelle cause, en effet, ces montagnes se seraient-elles formées? Ce ne peut pas être par les dislocations, les déchirements de la croûte solide, dans l'hypothèse du noyau gazeux, ou en fusion ignée, puisque nous avons prouvé l'impossibilité de cette hypothèse; ce ne peut pas plus être par suite de la dissolution aqueuse, puisqu'au contraire, sous son influence, toute inégalité, toute aspérité disparaît. D'ailleurs nous avons montré que cette hypothèse était impossible. Sera-ce par les volcans? Mais les causes des volcans manquaient à la terre primitive, puisqu'elle n'était pas en fusion; les volcans d'ailleurs n'ont pu produire que des montagnes volcaniques, des cratères éteints. Or, combien y a-t-il de montagnes qui ne peuvent évidemment pas être attribuées aux volcans? En outre, c'est un fait aujourd'hui démontré en géologie : la cause ignée et la cause aqueuse ont agi simultanément dans des lieux divers, et quelquefois dans les mêmes lieux, et cela à toutes les époques postérieures à la création. Cette belle observation nous ramène donc encore à la nécessité des montagnes primitives et des vallées pour la formation des terrains aqueux, qui, même dans un grand nombre de localités; sont antérieures à l'existence des volcans.

« Ainsi, avec Buffon et beaucoup d'autres, nous sommes conduits à reconnaître que la terre primitive dut nécessairement avoir des montagnes et des vallées, pour que les terrains postérieurs aient pu se former, et que les êtres organisés aient pu vivre. Avec Pallas, le premier et le plus grand de tous les géologues observateurs, nous sommes obligés de considérer les montagnes granitiques et toutes les montagnes de roches primitives, comme ayant toujours été ce qu'elles sont, et par conséquent comme ayant été créées avec la terre.

« La conséquence rigoureuse qui sort de ces considérations, c'est que la toute-puissance divine a créé la terre complète, avec ses montagnes, ses vallées, ses mers, ses cours d'eau et son atmosphère, en un mot, propre à recevoir ses habitants divers. En outre, la densité croissante de l'extérieur à l'intérieur est une conséquence des mouvements que la terre devait exécuter. La divine conception, ayant en vue ces mouvements, savait pourvoir, en calculant la densité du globe de la manière la plus convenable, à leur exécution. De là encore, pour les roches primitives, l'état plus compacte de demi-cristallisation, etc., afin que les couches qui seraient superposées plus tard, soit par la cause ignée, soit par la cause aqueuse, fussent moins denses ; de là encore la variété de composition de ces mêmes roches primitives dont les exfoliations, les débris superficiels, devaient fournir des éléments à la végétation et à une

foule d'autres phénomènes. De là encore la grande ressemblance entre les derniers terrains primitifs et les premiers terrains secondaires, puisque ceux-ci sont formés des détritus de ceux-là. La figure de la terre est encore une conséquence de sa destination: Dieu, voulant la soumettre à un mouvement, dut lui donner une forme propre à ce mouvement; et l'on ne conçoit pas qu'une intelligence souverainement sage eût pu agir autrement. Or pouvait-il laisser cette figure et ce mouvement à déterminer au hasard, ou à une cause aveugle, comme sont toutes les causes physiques? Buffon arrivait déjà, par le calcul, à ces conséquences qu'il est important de rappeler ici. La direction commune du mouvement d'impulsion qui fait que les planètes vont toutes d'occident en orient, lui donnait, pour les six planètes connues de son temps, 64 à parier contre 1 qu'elles n'auraient pas eu ce mouvement dans le même sens, si la même cause ne l'avait pas produit. Or, le nombre des planètes s'étant accru par les nouvelles découvertes, la probabilité s'est accrue en proportion, et vient fortifier la preuve que le mouvement des planètes ne peut être dû au hasard, ni par conséquent à une cause aveugle.

« L'inclinaison des orbites des six planètes connues de Buffon n'excède pas 7 degrés et demi; car, en comparant les espaces, on trouve qu'il y a 24 contre 1 pour que deux planètes se trouvent dans des plans plus éloignés, et par conséquent, $\frac{24}{25}$ ou 7,692,624 à parier contre 1, que ce n'est pas par hasard qu'elles se trouvent toutes six ainsi placées et renfermées dans l'espace de 7 degrés et demi; ou, ce qui revient au même, il y a cette probabilité qu'un tel arrangement est dû à une cause intelligente et créatrice. Il faut ajouter que la forme sphéroïdale des planètes, que le degré de l'aplatissement de leurs pôles sont en rapport mathématique avec la vitesse de leurs mouvements. Il y a donc encore plusieurs millions à parier contre un, que cette forme et cet aplatissement ne sont pas dus à une cause aveugle, mais bien à la cause toute-puissante qui a créé ces planètes avec leur forme pour un but déterminé. Mais il n'a été besoin pour cela, ni de laboratoire de chimie, ni de fourneaux, ni de compas, ni d'équerres, ni de lunettes astronomiques; Dieu a laissé ces faibles moyens à l'homme pour observer ce que sa puissance, sa volonté et sa parole ont pu produire en un seul moment.

« Tout nous conduit donc à regarder comme la théorie la plus probable, la plus logique, la plus scientifique, celle qui admet que la terre primitive a été créée d'un seul jet ce qu'elle est, et propre à recevoir des habitants; pour lui donner un nouvel appui, il nous reste à montrer comment les phénomènes et les faits, que les diverses hypothèses ne peuvent expliquer, s'expliquent facilement dans cette théorie.

« La terre est donc créée tout d'abord avec ses montagnes et ses vallées primitives; environnée d'eau de toutes parts, il se forme aussitôt autour une atmosphère par suite de la vaporisation des eaux. Ces trois états de notre planète, ainsi combinés, reçoivent l'influence des fluides impondérables qui sont créés alors et mis en rapport avec la terre; on conçoit qu'à ce moment même les matériaux de la terre aient pu subir des modifications. Des dislocations purent avoir lieu, et elles creusèrent des bassins aux mers, sans qu'il y eût besoin d'un long temps pour cela, puisque Dieu opérait en se servant des agents qu'il avait faits. La terre apparaît alors exondée; sa surface était parsemée de montagnes et de vallées : les montagnes étaient formées de granits, de porphyres et de toutes les roches qu'on a appelées primitives; ces roches, assez compactes et assez denses, offraient une résistance suffisante aux agents extérieurs, et préparaient une base aux formations futures qui naîtraient des lois physiques créées. Ces mêmes montagnes pouvaient déjà porter des gneiss, des talcs, des schistes sur leurs flancs, le créateur ayant ainsi disposé les choses pour marcher à son but. La surface exondée, nécessairement imprégnée de sels abondants, avait pu éprouver une première décomposition par suite des actions électriques. Les mêmes raisons d'ailleurs qui nous obligent à accepter la création de la terre complète, nous conduisent aussi à admettre que les montagnes et les vallées exondées renfermaient déjà des argiles ocreuses, des terres vierges, propres à nourrir des végétaux. Une fois cette première création opérée, les agents naturels vont commencer leur cours. Les fluides impondérables, électrique, magnétique et calorique, ont pénétré la terre; ils ne l'ont pas disloquée jusque dans ses entrailles, mais leur action d'impulsion et de résistance ont déterminé au centre une force centrifuge et à la circonférence une force centripète; des soulèvements partiels ont pu, par suite, se faire, soit promptement, soit à la longue, comme il est à peu près constaté qu'il s'en fait d'insensibles. Les mêmes fluides agissant sur les métaux qui n'étaient pas encore oxydés, auront déterminé des phénomènes ignés, d'autant plus actifs que tous les métaux qui composent les roches primitives, ont une grande affinité pour l'eau et la décomposent soit à la température ordinaire, soit à des températures très-peu élevées.

« Rien n'empêche, par suite de l'action des fluides impondérables, d'admettre une certaine chaleur au centre, pourvu qu'elle ne le liquéfie pas; rien n'empêche encore d'admettre autour du centre une zone pâteuse, telle que la demandent les géologues qui conçoivent que la fluidité ignée ne peut plus être soutenue. Cette zone pâteuse est le résultat de la concentration des actions électriques et chimiques; elle n'a pas existé dès le principe et par conséquent ne nous oblige pas à accepter l'origine ignée ou gazeuse avec ses invincibles difficultés; au contraire, la terre, une fois créée, a pu, sans au-

cun inconvénient de formation ou autre, recevoir de nouvelles modifications déterminées par la création des fluides impondérables ; alors, en effet, toutes les conditions étaient réunies ; il y avait un noyau solide, cause de résistance et de pression ; une enveloppe liquide et gazeuse, nouvelle cause de résistance et d'impulsion tout à la fois ; puis des fluides impondérables, causes d'impulsion et de mouvement, agents de composition et de décomposition, sources de chaleur et d'électricité ; il y avait dans les matériaux solides, liquides et gazeux, tous les éléments sur lesquels ces agents peuvent exercer leur action, et toutes les conditions pour la favoriser ; ce qui n'est pas dans toutes les hypothèses que nous avons discutées. Dès lors on conçoit que, par suite de cette action, une zone pâteuse ait pu être déterminée autour du noyau central solide ; non plus d'abord comme cause, mais comme conséquence des lois et des propriétés des corps créés, par conséquent ayant une cause rationnelle et logique, et devenant à son tour le siége de phénomènes subséquents qui auront leur rôle d'utilité dans les changements successifs qui devront arriver à la surface de la terre.

« En outre, l'action des eaux beaucoup plus étendue dans l'origine que depuis, beaucoup plus active, comme tous les faits géologiques le démontrent, commença le dépôt des terrains de transition. La création des végétaux et des animaux, surtout des animaux marins, apporta de nouveaux éléments ; les produits organiques, la décomposition de ces produits joints à toutes les causes précédentes d'électricité, d'actions chimiques, métalliques et aqueuses, donnèrent lieu à de nouveaux phénomènes. Car toutes ces causes agissant soit à la surface, soit dans l'intérieur des premières couches de dépôts, soit dans la zone pâteuse que nous ne repoussons pas, firent naître les premiers volcans. Plus tard, quand de nouvelles couches se furent déposées, par suite du remaniement des débris, des détritus du sol, des calcaires primitifs et des sels terreux divers, par suite encore des détritus organiques, des produits calcaires des animaux marins, etc., de nouveaux foyers volcaniques, moins profonds, purent s'établir dans ces nouvelles couches, immédiatement sur les terrains argileux, débris aqueux des terrains primitifs ; les éjections volcaniques viennent confirmer cette idée, puisque leurs bases sont des argiles siliceuses. Enfin, plus tard encore, à mesure que la croûte du globe s'augmentait, de nouveaux volcans, toujours produits par les mêmes causes et par de nouvelles, durent s'établir plus superficiellement encore ; en sorte qu'il y aurait ainsi des foyers volcaniques à presque tous les étages, tantôt s'implantant les uns sur les autres, tantôt se formant nouvellement ; l'eau y jouant toujours un grand rôle, aussi bien que l'électricité et les fluides atmosphériques. La difficulté de faire venir l'eau dans ces foyers ne doit pas embarrasser, si l'on considère que l'infiltration de l'eau et son absorption à travers les couches de la terre a lieu continuellement, comme le prouvent les puits artésiens, et les sources qui coulent dans tous les terrains, et même dans les roches granitiques les plus compactes, où ces sources sont peut-être plus abondantes que nulle part ailleurs.

« A toutes ces causes il faut joindre les influences des astres de notre système sur notre planète aussitôt qu'ils furent créés ; les mouvements qui furent déterminés par là, ne contribuèrent pas peu à modifier l'état de la terre.

« A toutes ces mêmes causes, de l'électricité, de la chaleur, des actions chimiques, de la décomposition de l'eau, de la zone pâteuse que nous supposons entourer le centre de la terre, des mouvements d'impulsion et de répulsion produits dans le globe par l'action des fluides divers, des mouvements planétaires, suite des influences célestes de tous les astres de notre système, il faut attribuer les dislocations du sol, les soulèvements et les abaissements qui ont pu produire de nouvelles montagnes et de nouvelles vallées.

« Il faut remarquer que toutes ces causes durent être considérablement plus actives dans le principe qu'elles ne l'ont été depuis ; d'abord parce que, n'ayant pas encore agi, elles n'avaient pas épuisé les matériaux de leur action ; ensuite, parce que les eaux couvraient une bien plus grande portion de la terre, qui était moins considérable dans son écorce stratifiée, parce que tous les terrains les plus propres à l'action ignée étaient à découvert dans une bien plus vaste étendue ; parce que la zône pâteuse, si elle existe, subissant une moins grande pression, pouvait être plus facilement soulevée ; parce que, enfin, toutes les modifications que cette grande cause même a opérées, ont soustrait des matériaux du globe les éléments même de son action. Dès lors nous voyons pourquoi il doit y avoir et il y a en effet une bien plus grande étendue de terrains ignés anciens, de montagnes soulevées, de volcans éteints anciens qu'il n'y en a de récents et actuellement en activité.

« Enfin, plus tard et après les volcans primitifs, et par des causes analogues, ont dû naître et s'échelonner à tous les étages, les salses, les fontaines thermales, les sources calcaires diverses, les eaux sulfureuses, etc., etc. ; par ces mêmes causes sont explicables, la chaleur croissante de la terre à mesure qu'on descend dans sa profondeur, la chaleur des eaux souterraines assez profondes, et tous les faits géologiques attribués à la cause ignée. »

M. Maupied aborde ensuite la création des végétaux.

« Trois questions, dit-il, se présentent d'abord à examiner : « 1° L'état du sol et de l'atmosphère lorsque les végétaux ont été créés ; 2° pourquoi ils sont créés avant le soleil ? 3° et enfin, la nécessité de leur création avant les animaux.

« I. On a cru, jadis, que le végétal se

nourrissait presque uniquement d'eau; aujourd'hui, l'on sait que l'eau se décompose à la vérité dans le tissu des plantes auxquelles elle fournit l'hydrogène; mais cette eau se charge aussi d'une multitude de substances, de débris de végétaux et d'animaux; en outre, l'air, chargé d'acide carbonique et de diverses vapeurs, concourt, par son absorption, au moyen des feuilles, à l'accroissement des plantes. La plante, absorbant l'acide carbonique et l'eau, les décompose dans son feuillage et ses parties vertes, à l'aide de la lumière; elle s'empare du carbone du premier, de l'hydrogène de la seconde, et rejette en gaz l'oxygène de l'un et de l'autre. C'est surtout pendant l'humidité nocturne que les feuilles paraissent absorber davantage, et pendant le jour, à la chaleur du soleil, qu'elles dissipent le plus. En effet, le gaz acide carbonique se décompose en cette dernière circonstance, ainsi que l'eau; le carbone du premier, l'hydrogène de la seconde, se fixent dans le tissu végétal qui s'élabore et se nourrit par ce moyen. C'est pourquoi les végétaux les mieux exposés à la lumière ont le tissu plus ferme et ligneux, des couleurs vertes plus foncées, des sucs plus élaborés, plus sapides, plus odorants, plus aromatiques, plus huileux ou résineux. Au contraire, les plantes tenues à l'ombre absorbent bien de l'humidité et des autres principes, mais ne décomposent point l'acide carbonique, et le rendent en gaz; aussi, ces herbes contiennent peu de carbone, dissipent peu d'humidité, ce qui fait qu'elles restent molles, pâles ou étiolées, blanches et fades. Voilà pourquoi l'on obtient des herbes peu sapides et fort tendres, en les tenant dans l'obscurité; mais cet état de débilité les empêche d'atteindre la floraison ou de développer des fruits, bien que leurs tiges puissent s'allonger beaucoup. Les plantes s'asphyxient, comme les animaux, dans le gaz acide carbonique.

« Les conditions du développement des plantes sont une chaleur douce, jointe à l'humidité : mais l'air, en outre, y paraît nécessaire. La chaleur imprime le mouvement organique; l'eau ne se borne point à distendre et à assouplir les parties, car elle entre même en composition pour transformer la fécule en matière sucrée et mucilagineuse, comme on l'observe dans l'orge germé. Trop de chaleur, comme au-dessus de 40° ou 50°, altère le germe de la plantule, et trop d'eau fait souvent aussi pourrir les semences.

« Beaucoup de graines enfouies profondément en terre, y demeurent longuement sans germer, et lorsque les circonstances les ramènent vers la surface du sol, elles se déploient. Des graines plongées dans le gaz azote, ou l'acide carbonique, y sont restées inactives, tandis qu'elles ont poussé avec vigueur sous du gaz oxygène; mais ce gaz pur les fait ensuite périr. On a vu absorption d'oxygène et production d'acide carbonique en ces premiers moments. Aussi, des graines qui refusaient de germer, et qu'une longue dessiccation retenait dans l'engourdissement, comme celles de *mimosa scandens*, etc., macérées dans une solution légère de chlore, ont poussé. Le cresson alénois ne met alors que six heures par ce moyen, lorsqu'il lui faudrait trois jours. L'électricité produit des effets analogues et de plus puissants encore; les oxydes métalliques, aiguisés par quelques légers acides, hâtent encore l'irritabilité végétale; mais ces semences, trop poussées d'abord, peuvent en périr d'épuisement.

« Si telles sont les conditions de vie pour les végétaux, ils ont aussi leurs maladies et leurs causes de mort; ainsi, quoique le carbone soit le principe dominant des végétaux, ce ne sont pas toujours les troncs les plus compactes, ou dont le ligneux donne le plus de carbone, qui sont les plus vivaces, comme on l'a supposé, puisque cette condensation excessive les obstrue et les fait périr. Une trop grande sécheresse, une humidité trop continue nuisent également aux végétaux.

« Ces faits et ces observations préliminaires établis, c'est d'eux que nous devons partir pour rechercher dans le sol primitif les conditions d'existence des végétaux; il ne s'agit pas encore de leur création; elle n'est point le résultat des lois actuelles. Mais une fois créés, des conditions de vie, d'existence et de développement leur furent immédiatement nécessaire. Or, pour apprécier ces conditions, nous devons scientifiquement partir des faits connus, des causes actuellement agissantes, parce qu'elles ne peuvent être que la continuation des causes anciennes. Si par cette voie nous arrivons à une théorie qui rende compte des faits, nous serons évidemment plus dans la vérité que si nous embrassions des hypothèses plus ou moins exclusives des faits, des observations et des causes actuelles. La science n'étant au fond que la démonstration du bon sens vulgaire, toute hypothèse qui blesse ou contrarie ce bon sens, est par là même fausse et suspecte. Jusqu'ici, nous n'avons fait que vérifier et consacrer ce bon sens commun; toutes nos conclusions nous y ont ramené; si c'est pour nous une grande présomption de vérité, ce doit être aussi un motif pour continuer à marcher dans cette voie.

« A ces points de vue, dont la vérité et la justesse ne peuvent être contestées, peut-on accepter certaines hypothèses qui ont été présentées pour expliquer des faits particuliers, tels que les charbons de terre, ou houille? nous ne le pensons pas. On a supposé, en effet, que le sol primitif était imprégné de carbone, et que l'atmosphère était à l'orgine presque exclusivement composée d'acide carbonique; que, dès lors, les végétaux avaient dû croître avec une plus grande rapidité, et plus d'abondance; que leurs nombreux débris avaient dû, pendant cette période, se déposer dans l'eau et y donner naissance aux houilles. On a quelquefois aussi supposé une chaleur originelle plus considérable, qui aurait activé la végétation

et favorisé son développement; enfin on a été conduit à supposer que les végétaux les moins complets avaient existé longtemps avant les autres, et même que les végétaux fossiles étaient d'une autre nature, et demandaient des conditions d'existence différentes de celles des végétaux actuels.

« Or, nous savons que des graines plongées dans l'acide carbonique y demeurent inactives; que, dans ce gaz, les plantes s'asphyxient comme les animaux; que si les plantes se nourrissent de ce gaz, elles ne peuvent cependant le décomposer et se l'assimiler complétement que sous l'influence de l'atmosphère et de la lumière; qu'en dehors de cette influence, elles s'étiolent et ne peuvent porter ni fleurs, ni fruits, ni par conséquent se reproduire. Un sol imprégné de trop de carbone et une atmosphère d'acide carbonique eussent donc été des causes éminemment destructives du règne végétal immédiatement après sa création.

« D'un autre côté, une chaleur au-dessus de la température la plus élevée que nous observons actuellement sur le globe, comme au-dessus de 40° à 50°, altère les germes des plantes, loin d'en favoriser le développement

« On est donc obligé d'admettre, ou que les conditions primitives n'étaient pas essentiellement différentes des conditions actuelles, ou que la nature et la structure des végétaux étaient différentes de celles des végétaux actuels. De ces deux alternatives le bon sens et la raison scientifique embrassent la première; les hypothèses systématiques, pour ne pas reculer, soutiennent la seconde. Or, l'étude attentive des végétaux fossiles conduit à reconnaître en eux la même nature, la même structure anatomique, et par conséquent les mêmes fonctions physiologiques que dans les végétaux actuellement existants. La taille et les dimensions qu'on invoque, quand même elles seraient toujours ce qu'on les dit, ne prouveraient absolument rien, quant à la différence essentielle de conditions d'existence; elles conduiraient tout au plus à admettre que les causes actuelles étaient anciennement plus énergiques et plus actives qu'aujourd'hui, sans que pour cela elles fussent différentes au fond. Des faits, dont on ignore la cause, ne peuvent faire accepter des causes destructives de phénomènes connus; or, telles sont les causes précédentes invoquées, pour expliquer la formation des houilles. Nous devons donc rejeter ces hypothèses et reconnaître que le sol et l'atmosphère n'offrirent pas à l'origine des conditions bien différentes de celles qu'ils fournissent encore aujourd'hui aux végétaux.

« L'acide carbonique seul, l'oxygène seul, l'électricité seule, une trop grande humidité, des oxydes métalliques seuls, seraient autant de conditions de destruction pour les végétaux, tandis que ces éléments réunis et combinés dans leurs influences, sont les conditions favorables au développement et à la vie des plantes. Or, en suivant la narration si simple et si naturelle que Moïse nous donne de la création, nous avons vu l'électricité apparaître avec la chaleur et la lumière, venir préparer les eaux et former l'atmosphère; les calcaires primitifs nous prouvent suffisamment que l'acide carbonique était répandu dans les eaux et dans l'atmosphère en proportions convenables. Le retrait des eaux pour former les mers a laissé la terre exondée assez imprégnée d'humidité pour favoriser la végétation; enfin tout nous a conduits à admettre dans le sol primitif des terres vierges avec des oxydes métalliques, dont sont principalement composées les roches primitives, et qui sont très-favorables à la végétation. Nous avons donc, dans les conclusions naturelles du récit de Moïse, les conditions de végétation les plus propres et les plus en harmonie avec les faits et les observations de la science, puisque ce sont absolument les mêmes. Sous ce rapport, les végétaux venaient donc dans le moment le plus convenable à leur existence, à leur développement et à leur propagation.

« II. Mais pourquoi sont-ils créés avant le soleil? Cette question, quoique plus difficile à résoudre de prime abord, ne manque cependant pas de quelques bonnes raisons. Tout le monde sait, en effet, que, pendant le jour, sous l'influence du soleil, les végétaux absorbent de l'acide carbonique et rejettent de l'oxygène, tandis que, pendant la nuit, ils absorbent de l'oxygène et rejettent de l'acide carbonique ; or, l'action de la lumière, de la chaleur et de l'électricité ayant probablement décomposé tous les éléments contenus dans l'atmosphère primitive, il fallait que les végétaux vinssent d'abord absorber une quantité suffisante d'oxygène, afin que, quand le soleil serait créé, ils pussent, sous son influence, agir sur l'acide carbonique de l'atmosphère, l'absorber et le remplacer par l'oxygène, et préparer ainsi le séjour aux animaux : par là tout se faisait avec ordre. Au lieu que, si les végétaux avaient commencé par absorber l'acide carbonique, ce qui aurait dû se faire si le soleil avait été créé avant eux, n'ayant point d'oxygène dans leurs tissus, l'assimilation du carbone ne se serait probablement point opérée, et ils auraient ainsi commencé leur existence par des causes de destruction. En outre, il résulte des belles expériences de M. Dutrochet, que la présence du soleil, en faisant expirer de l'oxygène aux végétaux, serait plutôt défavorable que favorable à leur accroissement; en les créant donc sous l'influence du soleil, c'eût été les placer immédiatement dans des circonstances défavorables. Peut-être pourrait-on ajouter que la présence du soleil eût encore empêché les végétaux de se mettre parfaitement en rapport avec le fluide électrique, qui joue un si grand rôle dans la végétation; le soleil en effet paraît favoriser le dégagement de l'électricité des végétaux; il fallait donc que les plantes fussent pour ainsi dire en équilibre électrique avant de subir l'action so-

laire qui devait perpétuer la succession de tous ces rapports. Sans aucun doute, la connaissance de tous les rapports des êtres, que nous sommes loin de posséder, nous ferait découvrir bien d'autres raisons de cet ordre; mais celles-ci sont déjà bien suffisantes pour nous montrer la sagesse et la divine économie de l'œuvre de Dieu.

« III. Nous arrivons à la troisième question préliminaire, la nécessité de la création des végétaux avant les animaux. Notre globe offre à l'observation une série d'êtres progressivement plus compliqués dans leur structure et leur organisation intime, depuis la pierre brute et le champignon, d'un tissu simple, jusqu'à l'arbre élevant, vers le ciel, des fruits délicieux, et depuis l'éponge ou le polype, jusqu'à l'homme, chef-d'œuvre d'intelligence et de perfection. C'est au moyen de la complication des éléments simples qu'a été produite cette élévation progressive des êtres, dont nous contemplons les divers échelons. Ainsi, le minéral est la base de laquelle tirent leurs forces les végétaux qui élaborent, préparent ces matériaux bruts et inertes, la terre, l'eau et l'air. Ensuite l'animal reprenant ces substances déjà travaillées par la végétation, les porte au faîte de la composition animale, au dernier degré de l'élaboration vitale, en les imprégnant de sensibilité et de toute l'énergie dont elles sont susceptibles.

« Et, en effet, l'on peut dire que le végétal est l'intermédiaire par lequel il faut nécessairement passer de la pierre brute, pour parvenir aux animaux parfaits et à l'homme. Sans les végétaux, il est certain que les animaux terrestres ne sauraient subsister, puisque les carnivores ne trouveraient pas d'espèces herbivores qui les nourrissent; il faudrait donc que tout le règne animal périt, s'il n'y avait point de végétaux. Le ver de terre lui-même se sustente de débris de matières végétales; les poissons, quoiqu'ils s'entre-dévorent dans les abîmes des mers, y trouvent, pour substances premières soit des fucus et varecs, soit des animaux qui en vivent, comme divers coquillages, etc. Ainsi, le Créateur a dû faire précéder du règne végétal le règne animal. Supposons, en effet, une île nouvelle, soulevée au sein des flots par l'éruption d'un volcan. Nul animal ne pourra subsister sur cette terre aride et désolée; mais si quelques semences de végétaux y sont jetées, voilà des prairies, des bocages qui s'accroissent, et bientôt mille animaux heureux pourront y trouver l'abondance et la vie. C'est ainsi que des bêtes farouches, repoussées dans les déserts africains, y périssent comme les caravanes de voyageurs, à moins qu'une source d'eau saumâtre n'arrose un terrain dans lequel croissent alors des plantes. Bientôt une île de verdure, apparaissant au milieu des sables affreux, présente des nourritures aux animaux et un lieu de repos au voyageur qui succombait à la soif et à la faim. C'est ainsi que le Créateur, voulant produire des animaux, a dû créer un règne préparateur de leurs aliments.

« Il serait superflu de chercher à développer les preuves d'une vérité si évidente pour tous, et nous devons conclure que les végétaux ont été créés dans le moment voulu par le plan harmonique de la création.

« Si maintenant nous pénétrons dans le texte même de l'écrivain sacré, nous y lirons plusieurs faits qui ont subi de violentes attaques de la part des panthéistes matérialistes et des hypothèses systématiques que nous devons examiner. Dieu avait donc mis à découvert une partie de la terre, après avoir préparé l'atmosphère par la création de la lumière: *Et ait: Germinet terra herbam virentem et facientem semen, et lignum pomiferum faciens fructum juxta genus suum, cujus semen in semetipso sit super terram. Et factum est ita. Et protulit terra herbam virentem, et facientem semen juxta genus suum, lignumque faciens fructum, et habens unumquodque sementem secundum speciem suam* (692). Et d'après le texte hébreu: *Dieu dit encore: Que la terre se couvre de verdure, de plantes renfermant de la semence féconde, et que des arbres fruitiers et d'autres qui leur ressemblent, s'élèvent de la terre, et qu'ils portent des fruits qui contiennent leur semence; et il fut ainsi. La terre fit donc sortir de son sein de la verdure, des plantes renfermant de la semence féconde, et d'autres semblables; des arbres portant des fruits qui en renferment la semence, et d'autres arbres semblables; et Dieu vit combien cela était beau. Ainsi se passa le soir et le matin d'un troisième jour.*

« Il suit de ce texte si précis: 1° que Dieu a créé les végétaux par la puissance de sa parole, et qu'ils n'ont point été produits spontanément par les lois de la matière et la puissance génératrice propre et native de la terre, comme on s'est efforcé de le soutenir; 2° qu'ils n'ont point été créés à l'état de germe, de graines, mais à l'état adulte parfait, propres à produire de la semence et à se continuer par la génération dans le temps et dans l'espace; car le texte ne dit pas: *Germinet terra semen faciens herbam et lignum*; « que la terre se couvre de semences faisant de l'herbe et des arbres; » mais il dit au contraire: « que la terre se couvre d'herbes et d'arbres produisant de la semence; » 3° qu'il n'y a pas eu seulement un certain nombre de types, de grands genres créés, et desquels, par transformation successive, seraient sorties les espèces, mais que les espèces mêmes ont été spécifiquement créées; 4° que les végétaux ont été créés pour s'harmonier avec tous les points du globe et avec tous les êtres qu'il devait recevoir; 5° enfin il résulte de tous ces faits qu'il y a plan, types, conçus et exécutés, et, par conséquent, série végétale. »

M. l'abbé Maupied est fécond en hypo-

(692) *Gen.* I, 11, 12.

thèses. Il en a une aussi pour l'œuvre du quatrième jour, ou création du soleil, de la lune et des autres astres. Nous allons la faire connaître au lecteur.

« Nous avons dit (c'est M. Maupied qui parle) que les fluides impondérables sont probablement une des grandes causes, sinon la seule, de la gravitation universelle comme de la gravitation moléculaire ; qu'ils présideraient ainsi à tous les mouvements des astres et à tous les phénomènes que la chimie observe dans la composition et la décomposition des corps. Ce que nous ne présentions alors que comme une idée plausible et en harmonie avec la plupart des phénomènes connus, acquerra un haut degré de certitude par les considérations et les faits que nous devons exposer ici. D'abord, l'éther ou le fluide lumineux remplit nécessairement l'immensité de l'espace aussi loin que notre vue, aidée des instruments les plus puissants, peut s'étendre ; puisqu'il n'y a de phénomènes lumineux que par les mouvements de ce fluide, et que sans cela nous n'apercevrions ni les astres de notre système, ni les autres systèmes, ni ces immenses amas d'étoiles nébuleuses, dont nous ignorons la distance. Il faut donc conclure de là que tous les globes, tous les corps sont plongés dans le fluide éthéré.

« Sous ce nom, il faut comprendre, comme nous l'avons vu, la lumière, la chaleur, l'électricité et le magnétisme. La lumière se transmet entre tous les corps célestes qui roulent dans l'espace ; ce fait n'a besoin d'aucun développement. La chaleur se transmet également, ou du moins paraît se transmettre du soleil à la terre, et la science admet, par une analogie assez rigoureuse, qu'il doit en être de même pour les autres planètes ; mais la terre a pourtant aussi elle-même une chaleur qui lui est propre, et l'analogie ne permet pas de douter qu'il puisse en être autrement pour les autres planètes, et la science l'admet.

« L'électricité est répandue sur notre globe, que l'on regarde comme le *réservoir commun* de ce fluide, par rapport à tous les corps qui existent sur ce globe. Les faits de l'expérience prouvent que l'électricité est répandue dans tous les corps ; mais que dans certains cas les uns manifestent cette électricité d'une manière, et les autres d'une manière opposée ; d'où l'on conclut qu'il y a deux forces électriques, l'électricité positive ou vitrée, et l'électricité négative ou résineuse. Ces deux électricités combinées sont l'électricité générale ou neutre. Les corps électrisés de la même manière se repoussent, et les corps électrisés d'une manière contraire s'attirent. La nature des corps détermine leur mode d'électricité positive ou négative ; mais les mêmes corps peuvent être électrisés positivement par rapport à certains corps, et négativement par rapport à d'autres. Un corps électrisé d'une manière quelconque décompose à distance les électricités naturelles ou neutres de tous les corps conducteurs qui l'environnent. Ce n'est pas tout : le galvanisme, qui n'est qu'une branche de l'électricité, prouve que l'électricité se développe au contact de tous les corps hétérogènes. Et *la force électromotrice découverte par Volta est une force universelle qui s'exerce au contact de toutes les molécules des substances hétérogènes, qui décompose sans cesse les fluides électriques, et qui donne naissance à des forces nouvelles, dont les effets se font sentir à la matière pondérable. Or, les éléments qui composent la terre, soit à sa surface, soit à diverses profondeurs, sont mêlés et confondus, de telle sorte qu'il y a partout hétérogénéité entre les parcelles qui se touchent. Combien de substances diverses sont mises en contact dans les plus petits des êtres organisés, et combien de réactions électriques s'y doivent développer ! La terre végétale, les pierres, les roches, les laves, les couches géologiques sont-elles autre chose qu'une agrégation de principes différents, entre lesquels la force électromotrice doit agir aussi avec plus ou moins d'intensité ? On aperçoit d'une seule vue tout ce qu'il y a de fécond dans cette découverte, qui doit donner la clef d'une foule de phénomènes* (693).

« Ainsi donc, la terre et tous les corps qu'elle contient, soit intérieurement, soit à sa surface, sont plongés dans le fluide électrique qui les enveloppe et les pénètre de toutes parts. Les physiciens, considérant que l'air atmosphérique est par lui-même un mauvais conducteur de l'électricité, disent qu'il presse continuellement sur la couche électrique qui enveloppe la terre et l'empêche ainsi de se dissiper dans l'espace ; quelque plausible que soit cette raison, il nous semble qu'il y en a une autre bien plus générale : le fluide électrique n'étant que le fluide éthéré, est répandu dans l'immensité de l'espace, et les corps ne peuvent jamais en sortir ; seulement leur nature et leur constitution diverses agissent différemment sur ce fluide, et de là les phénomènes que nous observons. Les autres planètes sont comme la terre, comme le soleil, plongées dans le fluide électrique : or que doit-il résulter de là ?

« Le fluide électrique communique le mouvement à la matière, qui reçoit d'une manière passive toutes les directions que lui imprime ce fluide ; et, comme nous l'avons dit, deux corps électrisés de la même manière tendent à s'éloigner l'un de l'autre, tandis que les corps chargés de fluides contraires sont attirés l'un vers l'autre.

« Cela étant ainsi, deux choses suffisent pour expliquer tous les phénomènes du mouvement des astres : l'une que le soleil soit électro-positif, et l'autre que les planètes soient électro-négatives. Or, les mêmes expériences qui servent à démontrer l'électricité des corps divers se renouvellent tous les jours dans l'univers. En effet, le soleil,

(693) Pouillet, *Elém. de phys.*, t. II, p. 192, seconde édition.

étant électro-positif, doit attirer la terre, qui est électro-négative. A mesure qu'elle approche du soleil, son électricité négative est neutralisée par l'électricité positive du soleil ; et lorsqu'elle arrive au point extrême de son périhélie, elle se trouve avoir reçu du soleil une quantité suffisante d'électricité positive, qui cause alors la répulsion de la terre, laquelle s'éloigne du soleil en perdant de plus en plus cette électricité positive, et en recouvrant son électricité négative, qui, une fois arrivée à sa plus forte tension, ce qui a lieu au point extrême de son aphélie, attire de nouveau la terre vers le soleil. Telle est la cause de l'orbite elliptique que la terre décrit autour du soleil dans son mouvement annuel. Sans aucun doute l'état électrique général de la terre est soumis à l'influence de ces deux tensions électriques extrêmes et opposées, et peut-être y aurait-il là une des causes qui occasionnent les météores électriques dans l'atmosphère. Ces météores, en effet, ne se manifestent le plus ordinairement que dans les deux époques où les tensions électriques opposées sont vers leur summum, c'est-à-dire en été et en hiver, quoique plus rarement dans cette dernière saison.

« Si telle est donc la cause du mouvement annuel de la terre, celle de son mouvement diurne ou de sa rotation sur son axe en 24 heures est au fond la même. L'échange continuel et réciproque des électricités de nom différent entre la terre et le soleil est la cause de cette rotation diurne. L'expérience du fil de fer circulaire suspendu sur le mercure, et qui tourne sur lui-même en présence des fils juxtaposés de la pile électrique, vient appuyer cette théorie (694).

« Ce que nous venons de dire pour la terre doit se dire également de toutes les autres planètes.

« Il n'est pas plus difficile de rendre compte du mouvement des satellites. En effet, nous avons vu que des corps électrisés électrisaient d'autres corps par influence ; mais ici il y a plus, tous les corps sont plongés dans le fluide électrique naturel, et nous savons en outre qu'il y a des corps qui peuvent être électro-positifs par rapport à certains corps, et électro-négatifs par rapport à d'autres. Il suffit donc ici que la lune, par exemple, soit électro-positive par rapport à la terre, et électro-négative par rapport au soleil ; la pesanteur et le volume de la terre étant supérieurs à la pesanteur et au volume de la lune, la puissance électrique de la terre est nécessairement plus forte que celle de la lune, puisqu'elle a plus de volume, et par conséquent la lune doit se mouvoir autour de la terre. Mais l'action électrique de la terre et celle du soleil sur la lune se faisant équilibre, celle-ci ne peut se mouvoir sur elle-même, et doit, par conséquent, toujours présenter la même face à la terre, ce que l'observation astronomique confirme. Il en est absolument de même pour les satellites de toutes les autres planètes. La même loi qui régit le mouvement des planètes est applicable aux comètes.

« Nous ne pouvons développer davantage cette théorie, que nous livrons aux physiciens et aux astronomes, bien convaincus qu'en l'approfondissant ils y trouveront la solution de toutes les difficultés qui s'élèvent contre la théorie de l'attraction newtonienne.

« Mais de cette action universelle des astres et de la terre sur le fluide éthéré résultent les mouvements divers de ce fluide à la surface de la terre, et, par suite, sans doute, son influence sur la végétation et sur les phénomènes divers de la vie organique, phénomènes qui se manifestent à l'état d'électricité, de chaleur et de magnétisme. C'est encore à la même influence que sont dus les phénomènes de composition et de décomposition des corps. »

Nous avons vu plus haut, à propos de l'œuvre du troisième jour, que M. Maupied suppose que la terre a été créée d'un seul jet, et admet ce qu'il appelle le sol de la création. Suivant lui, la formation du globe primitif avec ses montagnes, ses vallées primitives et ses premiers bassins des mers, ne pourrait être rationnellement expliquée que par la même cause qui a créé tous les êtres et leurs lois harmoniques. Mais en même temps il reconnaît que l'accroissement de la croûte du globe, les modifications du sol de la création, comme celles du sol secondaire, sont un résultat des lois créées et des causes naturelles et multiples qui décomposent et recomposent continuellement la surface du globe. Ce sol secondaire, comment s'est-il formé? Voici à son sujet une petite hypothèse :

« Cette distinction profonde, dit M. Maupied, entre le globe primitif créé en harmonie avec tous les êtres qui devaient l'habiter, et avec les autres globes qui devaient régulariser ses mouvements et y fixer les conditions d'existence des êtres organisés, et entre le sol de remblai, résultat des modifications postérieures du sol de la création ; cette distinction profonde, disons-nous, semble parfaitement exprimée dans la nomenclature originelle de Werner, lorsqu'il divisait les gîtes généraux des minéraux ou terrains en primitifs et en secondaires : les premiers étant créés, les seconds produits par la décomposition des premiers et une nouvelle disposition.

« Cette distinction est aussi l'idée fondamentale de Buffon, même dans son système hypothétique, où il s'est trompé en voulant créer le monde à sa façon.

« Deluc admet également qu'à l'époque

(694) « Il y avait déjà longtemps que nous avions élaboré cette idée sur l'attraction, lorsque nous avons été heureux de la rencontrer développée avec plus d'étendue et à un autre point de vue, dans un ouvrage intitulé : *L'univers expliqué par la révélation*, par M. Chaubard. » Il est vrai que cette singulière théorie se trouve dans M. Chaubard, l'un des auteurs qui ont émis dans la science et sur la *Genèse* le plus d'idées bizarres. La présente théorie, qui a été aussi empruntée à M. Chaubard par le R. P. Debreyne, a été appréciée à l'article Debreyne. (*Voy.* ce mot.) (Jéhan (de Saint-Clavien).)

où la mer couvrait les continents que nous habitons, elle avait pour fond *un sol montueux* que ni elle ni aucune cause connue n'avait fait, et que pour cela il appelle *primordial*. Parmi ces montagnes, les unes sont immergées, les autres émergées et forment des îles. Au nombre des montagnes primordiales il admet des montagnes calcaires, et, par conséquent, datant de la création.

« C'est, enfin, d'une manière bien plus nette encore, la thèse que soutient M. de Blainville, dans ses cours et ses travaux, et spécialement dans ses notes manuscrites, sous le titre de *Conception géologique*, qu'il a bien voulu nous communiquer, et que nous donnerons ici, avec quelques développements ajoutés:

« *Il faut admettre*, dit-il dans ces notes, *que ce noyau central primitif, créé par la puissance divine en masse, sans apparence de couches, offrait naturellement, par suite de son mode de formation, la cristallisation des minéraux constituants, et, par suite de son but, la création des êtres vivants, il offrait à sa surface des points plus élevés que les autres, et par conséquent des enfoncements intermédiaires et proportionnels aux élévations. Les élévations formèrent les pics, les montagnes primitives; les enfoncements qui, de même que les montagnes, différaient de grandeur dans les trois sens, formèrent les bassins contenant la partie liquide, séparée de la partie solide.*

« Ce point de la création directe du noyau central pour entrer en harmonie avec tous les êtres créés étant donc logiquement acquis à la science générale comme à la géologie, suivons l'histoire de ses modifications, telle que les faits semblent nous l'indiquer.

« D'abord, par l'action de l'électricité, ou mieux, du fluide éthéré général agissant sur les matériaux du globe qui en est tout pénétré, des réactions chimiques eurent lieu sur les minéraux divers qui composaient le globe; il put en résulter çà et là une zone pâteuse sous les granits ou dans leur intérieur; de là des éjections porphyriques qui brisèrent et surmontèrent çà et là les chaînes granitiques auxquelles les porphyres sont postérieurs, puisqu'ils en coupent transversalement la direction, et qu'ils les recouvrent le plus souvent, ou les pénètrent par des veines ou des filons. — On conçoit que par ces phénomènes les bassins des mers aient pu être modifiés et limités.

« Par l'action des agents physiques de natures très-diverses, les alternatives d'électricité, tant intérieures qu'extérieures, du globe, celles de température en plus ou en moins, agissant aussi bien sur le sol primitif et les minéraux qui le composent que sur le liquide contenu dans les bassins et sur l'atmosphère qui l'enveloppe, il est résulté non-seulement des évaporations et des condensations aqueuses plus ou moins considérables et étendues, mais encore des désagrégations, des décompositions des minéraux constituant les élévations, et qui, entraînés par les condensations aqueuses coulantes à la surface, ont commencé à remplir les bassins ou les excavations primordiales et naturelles de la surface du noyau.

« C'est ainsi qu'ont dû se former les premières roches de transition qui sont à moitié cristallines et à moitié sédimenteuses, ce qui leur a valu le nom de terrains hémilysiens. Ce sont, en effet, des roches que l'on a trouvées par toute la terre aussi bien que les roches primitives qui doivent former le fond de tous les bassins, et même en remontant plus ou moins haut le long des pentes des élévations, de manière à faire croire de prime abord à une sorte de soulèvement. Mais, en remarquant que les roches hémilysiennes se distinguent en roches qui ne contiennent aucuns débris organiques et en roches qui commencent, au contraire, à en renfermer; et que les premières sont beaucoup plus cristallines et composées de matériaux beaucoup plus semblables, pour la substance de la texture, aux roches primitives, et que les secondes, au contraire, sont beaucoup plus éloignées de la texture et de la composition des roches primitives, il y a lieu à rechercher une différence dans leurs causes et leur origine. Les premières, comme les gneiss, etc., pourraient bien n'être qu'une décomposition partielle des granits, opérée sur place par les divers agents physiques qui en auraient enlevé certains éléments et auraient transformé leur texture compacte en texture schisteuse, comme cela a lieu encore dans les calcaires et même dans les granites superficiels.

« Les schistes proprement dits, qui reposent immédiatement sur le flanc des montagnes granitiques, et qui ne contiennent point de corps organisés, pourraient être regardés comme primitifs ou comme une décomposition sur place de roches primitives transformées.

« On peut encore, et même très-probablement, regarder la plupart de ces roches hémilysiennes comme un résultat de l'action combinée des eaux et du fluide éthéré général au moment où celui-ci détermina la couche pâteuse d'où sortirent les porphyres.

« Quant aux roches hémilysiennes dont la composition est de plus en plus argileuse et qui contiennent des débris de corps organisés, ils sont évidemment le résultat de la décomposition des roches primitives par les agents atmosphériques d'abord, qui produisent des détritus; ceux-ci, remaniés et dissous par les eaux, sont changés en argiles ou déposés en pulvescules très-fines par voie de sédiment enveloppant des corps organisés; puis ils ont pu subir un desséchement par voie ignée, soit par la fermentation chimico-électrique, soit par le résultat des émanations prolongées de la couche pâteuse primitive, soit même par la fermentation des substances organiques huileuses qui auraient produit les huiles qu'on extrait aujourd'hui de quelques-uns de ces schistes. Toutes ces causes, séparées ou réunies, ont pu contribuer à la formation des schistes cristallins à débris organiques; ce que con-

firme, en plus d'un cas, leur cristallisation régulière en rhomboèdres.

« Cependant, comme les élévations et les enfoncements primitifs n'étaient pas semblables dans leurs dimensions, on peut concevoir que les végétaux et les animaux aquatiques furent créés, les premiers sur la plupart des élévations, et les seconds dans les différents bassins, comme cela paraît, en effet, vérifié par les faits géologiques, tandis qu'un petit nombre d'élévations continentales offrirent toutes les conditions nécessaires à l'existence des grands animaux terrestres que la puissance divine y plaça, lors de leur création, et qui par suite se développèrent et s'étendirent suivant leur espèce, à mesure que le sol habitable s'étendit aussi de plus en plus ; cette manière de voir est du reste confirmée par les faits géologiques, qui nous montrent les premières formations faites dans des mers profondes, riches en animaux marins, et dépourvues d'animaux terrestres, tandis que les formations de rivages, qui semblent postérieures, renferment des animaux terrestres.

« Dès lors, à mesure que les mers se resserraient par une cause ou par une autre, et que le sol émergé s'étendait, on voit comment les agents physiques inorganiques, continuant d'agir, non pas uniformément sur tous les points de la terre, ce qui n'a jamais eu lieu, les agents organisés ont commencé, pour ainsi dire, à leur venir en aide. Et ainsi la décomposition, la destruction des roches primitives ont eu lieu de plus en plus, en fournissant des sables et des argiles, puis, avec les mélanges, des conglomérats, des poudingues, des marnes, qui, étant le résultat de causes pour ainsi dire mécaniques, n'ont plus été modifiés par les mêmes causes que les couches hémilysiennes; nos nombreux poudingues, superposés à nos schistes cristallins, dans le fond de nos vallées des montagnes noires, à Gourin, démontrent pleinement ce fait. Les calcaires ont commencé en même temps sur plusieurs points. Par là les bassins se sont de plus en plus comblés inégalement sous tous les rapports, tant sous les rapports de la variété dans la nature minéralogique, que sous ceux d'étendue et de puissance ; en même temps qu'accidentellement des parties inorganiques de corps organisés (carbone, silice, chaux, etc.), conservant plus ou moins de leurs formes et de leur structure organique, sont venues s'y joindre, et dès lors se sont formés ces terrains, les premiers dans la série dite secondaire, qui ont reçu le nom de houillers, calcaires, etc.

« Les houillers apparaissent les premiers, parce que les végétaux créés sur tous les points du globe, avant que les grands animaux qui devaient s'en nourrir y soient venus, ont dû déposer leur détritus, dans les localités convenables, sur le fond des bassins primordiaux, où se sont aussi rencontrés les débris d'animaux marins ou d'eau douce.

« Dans le même temps, les animaux marins ont déposé leurs dépouilles sur d'autres points des bassins primordiaux, où les animaux terrestres ne pouvaient encore arriver à cause de la vaste étendue des mers.

« On voit comment dans ce premier comblement des bassins, nécessairement remplis d'eau, la quantité de traces de corps organisés végétaux et d'animaux marins est bien plus grande que celle des animaux terrestres qui n'ont pu venir qu'après, quand, par suite du comblement des bassins, le sol émergé a pu leur offrir une plus vaste étendue et un bien plus grand nombre de points d'habitation.

« Comme il est impossible d'admettre que le bassin actuel des mers ait pu être circonscrit, et, par conséquent, formé par le soulèvement des rivages qui le limitent, ces rivages étant souvent constitués par des couches horizontales et des formations évidemment marines, n'est-on pas forcé d'admettre qu'ils ont été nécessairement produits, au moins dans beaucoup de points, par des enfoncements considérables, ainsi que Buffon l'a supposé et que Deluc l'a admis après lui, ou bien que les mers auraient baissé de niveau, et que la coupure de ces rivages serait le résultat de l'érosion des eaux et des causes atmosphériques, auxquelles il faudrait ajouter l'influence du tassement par les lois de la pesanteur, etc.

« Mais à mesure que le règne animal s'étendait à la surface de la terre, il devait entrer de plus en plus dans la part que les corps organisés prennent, par leurs parties solides, à la formation des nouvelles roches qui entrent dans la composition des terrains; et comme l'étendue des eaux salées augmentait en même temps que celle des eaux douces diminuait (695), on voit comment, dans la composition de nouvelles strates ou couches, non-seulement la partie organique augmentait, mais d'abord et surtout la partie organique marine, ce qui a produit les terrains tertiaires et quaternaires, dans lesquels se trouveront aussi des êtres organisés terrestres. »

Les terrains géologiques et leurs divisions par étages se sont-ils formés successivement et indiquent-ils autant d'époques distinctes, ou bien faut-il admettre le synchronisme ou la contemporanéité des formations? M. l'abbé Maupied admet le synchronisme. C'est en géologie, comme on voit, une révolution radicale.

Le lecteur jugera de la valeur des raisons que M. Maupied produit en faveur de sa thèse :

(695) « Il semble, en effet, que la marche des changements dans l'enveloppe liquide de la terre, d'après ce que nous voyons, est d'une plus grande étendue des eaux douces et d'une moindre des eaux salées, à une diminution des premières et à une augmentation de salure des dernières par une cause probablement organique. »

« Deux grands faits, dit-il, dominent la superposition des couches de tous les terrains qui composent l'écorce du globe, depuis le sol primitif, jusqu'aux formations récentes.

« L'un de ces faits nous montre dans les localités où on les trouve, la généralité des couches du sol primaire (intermédiaire des auteurs) en stratification concordante, c'est-à-dire, ayant même direction et même inclinaison entre elles; il nous montre les couches du sol secondaire en stratification concordante entre elles et avec le sol primaire, et, enfin, les couches du sol tertiaire sont dans la même disposition entre elles et avec les précédentes : ce fait, observé sur un assez grand nombre de points du globe, est désormais acquis à la science. La conséquence logique et naturelle à en tirer, c'est que toutes ces couches primaires, secondaires et tertiaires, ainsi disposées, prouvent l'action d'une cause continue et presque toujours la même, qui n'a cessé d'agir dans le même sens, dans chaque localité, depuis le commencement jusqu'à la fin des dépôts; seulement les éléments, les matériaux sur lesquels elle a agi, ont varié par son action même compliquée de causes diverses et nombreuses.

« La succession de ces dépôts est, en effet, tellement continue, les couches diverses sont tellement engrenées les unes aux autres, qu'il est plus rare de trouver les limites de deux roches bien tranchées que de les voir se fondre ensemble, soit par passage, soit par alternance (696), et que l'on ne peut souvent y marquer, je ne dis pas les divisions de détails, mais bien plus les grandes divisions de terrain primaire, secondaire et tertiaire, que d'une manière artificielle, et, dans un grand nombre de cas, tellement conjecturale, que les géologues systématiques ne peuvent encore s'accorder sur ce qui appartient à un terrain plutôt qu'à l'autre. Ce désaccord ne prouverait-il pas qu'il serait temps de bannir de la science les idées trop systématiques, pour s'en tenir plus rigoureusement à la succession naturelle des phénomènes? Quoi qu'il en soit, il est évident qu'on ne peut plus accepter l'idée hypothétique de révolutions successives qui auraient produit cette succession de couches, de terrains si intimement liés, qu'ils ne peuvent être que l'effet d'une cause unique et continue, quoique diversement modifiée dans ses effets, suivant les localités et leurs circonstances.

« Le second fait, qui domine toute la succession des terrains, paraît de prime abord entièrement opposé au premier; il nous révèle, en effet, des bouleversements, des dislocations qui ont produit des affaissements et des soulèvements simultanés, et comme par un effet de bascule, dans les couches du sol qui compose les montagnes ou qui les avoisine. Ces bouleversements paraissent avoir eu lieu à toutes les époques et avoir agi sur toutes les couches déjà formées, lorsqu'ils eurent lieu.

« Les couches superposées dans ces localités sont très-souvent en stratification discordante, c'est-à-dire que les couches supérieures ont une direction et une inclinaison différentes de celles des couches inférieures, ou même opposées. On en a conclu que les couches supérieures avaient été déposées après la dislocation des couches inférieures, et par des causes différentes; cette conclusion paraît vraie et légitime dans plusieurs cas, mais dans les autres elle n'est pas à l'abri de toute discussion et de tout doute. On a encore conclu des faits précédents que l'on ne pouvait accepter l'action de causes continues, mais que ces faits prouvaient des révolutions diverses et de longues intermittences dans la suite des dépôts.

« Cependant, cette dernière conclusion est tellement opposée à notre premier fait général, qu'il est impossible de l'admettre sans contrôle. Si donc nous pouvons interpréter les effets de la cause quelconque des bouleversements, de manière à les faire s'accorder avec ceux de la cause principale et continue qui a produit les stratifications concordantes, il nous semble que nous serons plus certains d'être dans la vérité. Or, cet accord n'est pas aussi difficile qu'on a bien voulu le croire.

« En effet, il est certain qu'il a fallu que les dépôts disloqués fussent formés avant d'être soulevés ou bouleversés; la cause qui a formé les dépôts a donc commencé à agir la première; elle a agi pour former les dépôts réguliers, non disloqués, et ceux qui l'ont été après leur formation. Elle a donc agi d'une manière générale. Mais sur certains points plus ou moins étendus, les couches déjà formées ont été brisées, la dislocation a produit d'un côté des affaissements, de l'autre des soulèvements. Dès lors le bassin aqueux a été modifié dans sa forme, dans ses limites; les courants ont changé de direction, et les nouveaux dépôts qu'ils ont formés ont dû se stratifier d'une manière discordante aux premiers. Mais il n'y a pas eu pour cela intermittence dans l'action de la cause des dépôts, puisqu'au contraire les faits paraissent prouver qu'elle a acquis plus d'énergie; qu'elle a eu une plus grande abondance de matériaux à sa disposition, par l'effet même des dislocations. Ainsi ces deux grands faits, en apparence si opposés, le fait des stratifications concordantes et celui des stratifications discordantes, sont dus à une même cause continue, qui a été dans le dernier cas modifiée dans ses effets et la direction de ses dépôts par la cause des dislocations et des soulèvements.

« Sans discuter tous les faits de détail que l'on pourra ramener à cette règle générale quand on voudra, nous concluons que tous les dépôts sont le produit de causes continues, et qu'il n'y a point eu, par conséquent, de ces révolutions étonnantes qui auraient

(696) A. Boué, *Guid. du géol.*, t. I^er, p. 510.

bouleversé à la fois toute la surface du globe et détruit les êtres organisés qui y vivaient. Nous concluons enfin que la cause aqueuse et la cause ignée ont été synchroniques ou contemporaines dans leurs effets, le plus souvent combinés.

« La manière tout artificielle dont on a, jusqu'ici, présenté la superposition des couches qui composent le sol, n'est propre qu'à induire en de graves erreurs les personnes qui n'ont point approfondi le sujet. On peut ramener à quatre classes toutes les substances qui composent le sol de dépôts; ce sont des sables et des grès, des argiles, des substances charbonneuses et des calcaires. Chacune d'elles domine dans certaines couches et s'y présente sous des formes et des textures variées, suivant les terrains, les localités et les circonstances qui les ont modifiées pendant ou après la formation des dépôts. Or c'est par ces variations accidentelles qu'on les distingue en un très-grand nombre de couches qui alternent les unes avec les autres dans leur superposition pour former chaque terrain. Mais, comme assez ordinairement les mêmes couches occupent et devaient occuper, comme nous l'avons prouvé, des positions analogues dans les diverses localités, puisque les unes sont des débris des roches primitives et des formations de rivages, les autres, des formations d'embouchure, les autres, des formations de pleine mer, etc., qui doivent, par conséquent, toujours se trouver en succession, on en a conclu que les couches analogues s'étaient formées dans le même temps et par les mêmes circonstances et les mêmes causes; c'est ce qu'on a appelé le synchronisme de formation, sur lequel nous allons revenir.

« On a ensuite considéré la superposition de ces couches nombreuses comme si elles se trouvaient toutes réunies dans une même localité, et formant une série continue et sans lacune de toutes les couches connues. C'est sur cette série ainsi complétée artificiellement qu'on a établi les divisions, les subdivisions des terrains divers, qu'on a fondé les hypothèses de formations contemporaines, pour toutes les couches qui occupent la même place dans la série artificielle, les hypothèses du temps et de la durée qu'il a fallu pour réaliser cette longue série de couches superposées et souvent alternantes. De là, en grande partie, les siècles infinis dans lesquels se perd l'origine de notre globe; le temps n'a rien coûté, on l'a multiplié jusqu'à effrayer les imaginations les plus hardies. Cependant cette série artificielle de la superposition continue et sans lacune des couches, est, on peut le dire avec certitude, tout ce qu'il y a de plus opposé à la réalité des faits; d'abord, il n'est pas une seule couche, dans toute la série des terrains, qui n'apparaisse en plusieurs points à la superficie du sol, sans être recouverte par aucune autre: ici, c'est le sol primaire qui est à la superficie; là, c'est le terrain carbonifère; plus loin, le terrain triasique; puis le jurassique; ensuite le crétacé; ailleurs, ce sont les diverses assises du terrain tertiaire. En second lieu, en descendant des terrains récents aux plus anciens, nous retrouvons une autre marche analogue; le sol tertiaire repose immédiatement sur le granit et sur les schistes primaires (calcaire grossier de Dinan en Bretagne, etc.); ailleurs, le terrain crétacé repose sur le terrain primitif, sans intermédiaire; ailleurs, le sol jurassique repose sur ce même terrain primitif, etc., en sorte qu'on peut affirmer encore qu'il n'est probablement pas une seule couche caractérisée d'un terrain quelconque qui, sur quelque point du globe, ne repose immédiatement sur le sol primitif. Or de ce fait général résulte que toutes les couches d'un terrain quelconque, qui reposent sur le sol primitif, pourraient être considérées comme contemporaines, et que ce serait une étrange violence aux faits de les ranger à leur place hypothétique dans la série artificielle de superposition.

« Il est bien vrai néanmoins, que quand il y a plusieurs couches superposées, elles suivent un ordre à peu près régulier; ainsi les couches primaires sont les plus inférieures, puis viennent les grès anciens, rouges, bigarrés, etc., le lias, le terrain jurassique, etc. Or, cela se conçoit; puisque les couches primaires sont des débris et des dépendances du sol primitif, aussi bien que les grès et les argiles inférieures, elles ont dû être déposées et formées avant que le sol primitif ne fût en cet endroit recouvert par des calcaires; car une fois ce sol primitif recouvert immédiatement par des calcaires ou autres couches, et dérobé ainsi aux causes d'érosion, etc., il n'a plus pu se former à ses dépens ni de terrain primaire ni des grès.

« Mais, quel que soit le terrain que l'on étudie, on peut assurer qu'on ne rencontre nulle part en superposition continue la série des couches qui rentrent dans la classification artificielle.

« Enfin, sur aucun point du globe on ne peut observer tous les terrains, ni toutes les couches d'un même terrain réunies; ce qu'il y a de plus complet sous ce rapport nous est offert dans l'ouest de l'Europe, et nous avons vu combien il s'en fallait qu'on y rencontrât des séries complètes de couches même dans un même terrain. La superposition n'est donc pas ce qu'on l'a présentée artificiellement. Pour être dans la vérité, il faut s'en faire une tout autre idée; et l'intelligence de ce point capital a été un de nos efforts continuels dans ce cours.

« Si, par exemple, nous partons des granits de Bretagne pour arriver au sol tertiaire parisien, voici ce que nous trouvons: 1° les côtes et les crêtes granitiques forment la superficie du sol; 2° les couches primaires de gneiss, de micaschistes, de schistes argileux se succèdent à la superficie en sortant les uns de dessous les autres, de façon cependant que le niveau baisse en descendant des granits sur les couches les plus superfi-

cielles ; 3° plus loin et à un niveau plus bas encore, les assises inférieures secondaires apparaissent sur le pied des schistes ; viennent ensuite les calcaires jurassiques (en Normandie et en Poitou), de façon à ce que leurs diverses assises sortent aussi les unes de dessous les autres ; puis ces calcaires se perdent sous la craie dont le niveau est de plus en plus bas, et qui vient elle-même se perdre sous le sol tertiaire parisien. En partant des montagnes primitives des Vosges, ou du plateau central de la France (Auvergne et Limousin), on rencontre la même succession et les mêmes dispositions jusqu'au sol tertiaire parisien.

« Or, cette succession en vastes gradins d'une sorte d'échelle ne prouve nullement que la couche qui forme le premier gradin s'étende sous toute la seconde, ni que celle-ci s'étende sous toute la troisième, et ainsi de suite. Mais il nous semble, au contraire, plus conforme aux faits observés et aux effets que nous voyons encore se produire sous nos yeux, d'admettre que pendant que les premiers dépôts se continuaient encore, les seconds commençaient à l'une de leurs extrémités et se continuaient ainsi simultanément pendant un certain temps ; que plus loin, les troisièmes commençaient à se déposer sur l'extrémité des seconds, et ainsi de suite ; en outre, que sur les rivages, par exemple, se formaient certains dépôts, pendant que d'autres s'accumulaient au large dans le fond du bassin de la mer. Un coup d'œil sur une carte géologique semble conduire, en effet, à reconnaître que la craie, qui est un dépôt de pleine mer, se déposait déjà pendant la formation du lias, qui est un dépôt de rivage, et pendant celle des couches jurassiques, qui sont intermédiaires, qui ont été déposées ou formées dans une zône éloignée du rivage et qui entourait la mer profonde, où la craie provenant de leur lavage s'est déposée ; que, sur d'autres points, des houilles et des grès pouvaient se déposer en même temps plus ou moins loin des rivages ; que les schistes primaires pouvaient en même temps encore se former sur place et tout à fait au rivage de la mer, où se déposait dès lors la craie. En sorte néanmoins que les dépôts les plus rapprochés des rivages, ayant été les premiers émergés, ont aussi terminé leur formation plus tôt ; et leur bord intérieur a été recouvert par les derniers dépôts des couches suivantes ; celles-ci se trouvant ensuite les plus rapprochées du rivage, ont terminé leurs dépôts avant les suivants, dont les dernières assises les ont recouverts ; et de même pour les suivantes, à mesure qu'on avance vers le centre de la mer et que les eaux se retiraient par une cause ou par une autre. »

M. Maupied s'efforce ensuite de montrer par des figures comment un même fleuve a pu former en même temps et tout à la fois les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires. Cette théorie est loin d'être satisfaisante. L'auteur cherche à l'appuyer sur la paléontologie ; mais c'est surtout la paléontologie qui la repousse et l'anéantit complétement. (*Voy.* Couches sédimentaires ; Sédiments anciens, etc. ; Perturbations géologiques ; Espèces fossiles ; Genres fossiles.)

Abordons une autre question, la question du temps nécessaire à l'accomplissement des phénomènes géologiques. C'est ici l'écueil des théories scientifiques et de l'interprétation génésiaque, présentées par M. Maupied. Voyons toutefois le résultat des efforts du savant auteur.

« Nous devons d'abord bien fixer la question, dit M. Maupied, en mettant de côté le noyau central de la terre avec ses grandes chaînes granitiques, parce que nous avons démontré que ce noyau primitif avec ses montagnes, ses vallées, ses fleuves et ses mers, ne pouvait être attribué qu'à la volonté immédiate du Créateur. Par conséquent, il n'y a point de longues durées de temps à chercher pour sa production. Mais nous avons, sinon prouvé, au moins donné de fortes raisons de croire que les gneiss et les schistes primaires, dépourvus de débris organiques, ou bien datent de la création, ou bien sont des décompositions ou des produits sur place des montagnes primitives.

« La question se réduit donc à savoir combien de temps ont demandé, pour leur formation, les terrains primaires de dépôts et de transport, les terrains secondaires et tertiaires.

« Nous aurons dès lors à examiner d'abord chaque terrain en particulier, dans sa composition minéralogique et organique, végétale ou animale, puis dans ses causes de formation ; en second lieu, nous aurons à examiner tous les terrains dans leur ensemble et leur rapport, se formant sous l'influence des deux causes principales, aqueuse et ignée.

« I. *Temps nécessaire à la formation des terrains primaires.* — Les terrains primaires renferment des gneiss, des micaschistes, des schistes, des calcaires et des grès.

« La plupart des gneiss peuvent être considérés ou comme de même origine que les granits, ou comme une exfoliation sur place des parties superficielles des granits, d'où les agents météoriques ou les eaux auraient enlevé certaines substances composantes. Mais comme cette décomposition a dû se faire plus ou moins rapidement, suivant les circonstances des localités diverses, il n'est pas possible d'avoir une mesure de temps, bien qu'on doive admettre que cela s'est fait d'autant plus rapidement que les montagnes granitiques étaient plus élevées et exposées à un climat plus chaud et plus uniformément humide par les évaporations aqueuses, comme tout prouve que cela dut avoir lieu dans les premiers temps, alors que les mers couvraient la plus grande partie de nos continents actuels.

« Les micaschistes et plusieurs schistes sont dans le même cas que les gneiss ; la plupart peuvent être considérés comme pri-

mitifs ou modifiés sur place par des causes analogues.

« Mais les gneiss, les micaschistes et les schistes qui sont le résultat d'un dépôt aqueux se sont formés avec d'autant plus de rapidité que les montagnes qui en ont fourni les matériaux étaient plus élevées ; que les agents météoriques et aqueux étaient plus énergiques, ce que tout prouve avoir eu lieu dans l'origine. Buffon assure, d'après sa propre expérience, que tout le monde pourra s'assurer, par des procédés aisés à répéter, que le verre et les grès en poudre se convertissent, *en peu de temps*, en argile, seulement en séjournant dans l'eau. Voilà donc l'origine des micaschistes et des schistes, qui ont dû demander d'autant moins de temps pour se former, que les agents météoriques réduisaient plus rapidement en poudre les substances vitrescibles et sableuses des granits, et que les eaux s'en emparaient plus promptement et sur une vaste échelle.

« Les sables, les grès, les grauwackes ou psammites sont tous des détritus des montagnes primitives, plus ou moins mélangés, plus ou moins réduits en grains fins et homogènes, et qui ont dû aussi demander d'autant moins de temps que les causes déjà mentionnées étaient plus actives. Nous avons vu, en effet, que les montagnes s'abaissaient rapidement, et fournissaient une grande abondance de détritus, jusqu'à ce qu'elles fussent arrivées à une pente de 40° à 45°, état où elles demeuraient à peu près stationnaires (697).

« Les calcaires primaires peuvent être considérés ou comme primitifs, ou bien comme un résultat de la chaux contenue dans les roches primitives et combinées avec l'acide carbonique que les eaux dissolvent continuellement de l'atmosphère, ou bien encore comme un produit organique. Dans les deux premiers cas, il aura fallu d'autant moins de temps pour les former que les éléments étaient vierges et dans toute leur vigueur, tandis qu'une fois remaniés et transformés, ils demeurent stables. Quant aux calcaires organiques, nous en parlerons ci-dessous.

« La cristallisation et les nombreux cristaux qu'on rencontre surtout dans les terrains primaires, ont demandé encore beaucoup moins de temps ; on cite, en effet, un grand nombre de cristaux de roche formés dans les marbres de Carrare et en plusieurs autres lieux, la silice à l'état gélatineux s'est cristallisée en *un seul jour* par *la seule chaleur atmosphérique;* ces faits de cristallisation, que les plutoniens veulent attribuer exclusivement au feu, ont été observés par les minéralogistes les plus compétents, et prouvent que les lois de la nature actuelle sont les mêmes que celles de la nature primitive, et qu'il est superflu d'appeler une chaleur hypothétique et inconnue pour former notre globe et ses cristaux (698).

« La rapidité avec laquelle se solidifient toutes les roches exondées, la probabilité que les agents électriques ou caloriques ont modifié plusieurs roches, ne permettent pas de prendre en considération le temps que demandent les couches calcaires et siliceuses.

« S'il faut admettre dans les terrains primaires l'action des sources thermales siliceuses et calcarifères, l'exemple des travertins de Rome, qui offrent dans les temps historiques plus de 60 à 80 pieds de puissance, et plusieurs autres faits analogues, n'allongent pas non plus beaucoup le temps.

« Enfin, si l'on considère que tous ces groupes de roches se formaient simultanément en des localités diverses, ou en des points divers de la même localité, on comprendra qu'il n'a pas fallu des milliers d'années pour former les terrains primaires.

« II. *Terrains secondaires.* — Les terrains secondaires sont formés des détritus des montagnes primitives dans leurs sables et leurs argiles, sur lesquels nous ne reviendrons pas ; de substances charbonneuses ; de substances calcaires et siliceuses ; de couches de pleine mer et de rivages ; de débris de dislocations ou de soulèvements, etc. Nous allons passer en revue chacune de ces substances.

« Les charbons de terre ou houilles offrant seuls une difficulté parmi les substances charbonneuses, nous ne nous occuperons que d'eux. Quand on étudie de près les houillères, on ne tarde pas à se convaincre qu'elles se rapprochent plus des tourbes d'une part et des détritus végétaux transportés dans des lacs ou des bassins marins de l'autre, que de tout autre fait.

« On trouve des charbons dans presque tous les terrains, excepté dans les terrains primitifs ; cependant les couches de charbon se trouvent le plus souvent dans les couches schisteuses, appuyées aux montagnes primitives ; elles sont recouvertes de schiste, grès, et toujours plus ou moins séparées par des couches argileuses et sableuses qui s'intercalent entre chaque lit de houille.

« Les bassins houillers sont toujours parfaitement circonscrits et limités, ce qui, joint à l'alternance des couches, ne laisse aucun doute sur leur formation dans des baies marines, des lacs ou d'immenses marécages.

« Les débris d'animaux ou de végétaux qu'on trouve dans les houilles, les huiles bitumineuses, l'alcali ammoniacal, l'azote, l'hydrogène sulfuré qu'on en retire, ne permettent pas de douter que les êtres organisés ne leur aient donné naissance.

« Jamais on ne trouve une couche de charbon seule ; il y en a toujours plusieurs superposées les unes au-dessus des autres, et elles sont séparées par d'autres couches de différentes substances. L'épaisseur des différents lits de houille superposés n'est pas la même : il y en a dont l'épaisseur n'est que de quelques lignes, et qui ont

(697) Leçon VII^e.

(698) *Revue britannique*, t. II, p. 215 et suiv.

la même étendue en surface que les plus épais; il y a, au contraire, des couches qui ont jusqu'à 40 et 50 pieds d'épaisseur. Enfin, les couches sont plus ou moins nombreuses suivant les bassins. Dans les montagnes de Saint-Gilles, près de Liége, on compte 61 couches de charbon; ailleurs on n'en compte que 40 et même moins, et, dans quelques endroits très-rares, il s'en est trouvé jusqu'à 80.

« Tous les faits précédents ne permettent pas d'attribuer la formation des houilles à des révolutions successives des eaux qui auraient envahi et évacué tour à tour le sol où croissaient les végétaux qui ont donné naissance aux houilles. Que de révolutions incroyables, en effet, puisqu'il y en aurait eu autant que de couches! Comment auraient-elles été si parfaitement limitées, qu'au nombre de 80, de 60 dans certains lieux, elles n'eussent été, sur d'autres points, qu'au nombre de 40 et moins?

« Comment le sol se serait-il relevé et successivement abaissé autant de fois sur le même point, pour recevoir les eaux et les expulser ensuite à chaque fois? ou bien, comment le fond du bassin eût-il été assez peu inondé pour laisser croître les végétaux, tandis que tout autour les eaux auraient continué à déposer des argiles et des sables? Comment, enfin, dans cette supposition, y aurait-il des couches de quelques lignes seulement d'épaisseur? On le voit, toutes ces difficultés insolubles repoussent l'hypothèse des révolutions, pour nous ramener encore ici à des causes simples, naturelles et continues.

« En effet, les observations ont fait reconnaître que le plus grand nombre des végétaux déterminés de la houille appartiennent aux cryptogames vasculaires, et les autres aux phanérogames monocotylédones; on sait, en outre, que les cryptogames vasculaires vivantes de nos zones tempérées sont en général des plantes basses et rampantes, tandis que celles du terrain houiller se distinguent par des tiges de très-grandes dimensions.

« Les indices connus font penser que les gîtes houillers de toutes les parties du globe, de toutes les zones, présentent les mêmes caractères de végétation.

« Or, la comparaison de la flore houillère avec celle des diverses régions du globe, la rapproche de la flore de la zone torride, et principalement de celle des îles plus petites et plus éloignées des continents. On remarque, en effet, que ces îles se rapprochent davantage de ce que nous connaissons dans les terrains houillers, tant par la proportion numérique des espèces de différentes classes, que par le développement que prennent ces espèces.

« Ce rapprochement a fait supposer que non-seulement nos contrées étaient, à l'époque de la formation du terrain houiller, douées d'une température plus élevée que celle dont elles jouissent maintenant, mais aussi, qu'au lieu d'appartenir à de grands continents, elles formaient des archipels composés d'îles peu étendues au milieu d'une vaste mer; conséquence qui reçoit encore une nouvelle confirmation de l'absence de débris d'animaux terrestres dans les terrains primordiaux en général, et puis de la position même des houillères autour d'îles de terrain primitif, de montagnes au pied desquelles on les rencontre toujours.

« Les rapports de la houille avec le charbon végétal et avec la tourbe, ainsi que l'abondance des restes de végétaux qui l'accompagnent, ont fait supposer, depuis longtemps, qu'elle devait son origine principale à la décomposition des végétaux; mais on objectait, contre cette hypothèse, qu'il était difficile de supposer, surtout dans nos contrées tempérées, une force végétative suffisante pour produire des masses aussi importantes que nos couches de houille. Or, cette difficulté se trouve en partie levée par le fait que la flore de cette époque est presque exclusivement composée de ces plantes simples, dont le développement a lieu avec rapidité sous des circonstances favorables; circonstances dont l'élévation de la température primitive par la plus grande étendue des mers est la principale.

« Deux opinions principales se sont présentées pour expliquer la formation de la houille. L'une admet que la houille a été formée comme nos tourbes, sur la place même où croissent les végétaux; l'autre, que les substances végétales ont été réduites en bouillie et transportées par les eaux avec des parties plus ou moins considérables de végétaux intègres.

« La première opinion nous conduit à reconnaître, dans les bassins houillers, d'anciennes tourbières. Rappelons donc les phénomènes des tourbières.

« Elles se trouvent le plus ordinairement dans les lieux bas et marécageux; néanmoins, il y en a aussi dans les lieux très-élevés, pourvu qu'il s'y trouve des marécages.

« Le sol toujours très-spongieux des tourbières retient les eaux des pluies, qui, en devenant trop abondantes, soulèvent la masse entière de la tourbe. Si elle est située dans des lieux inclinés, elle coule alors comme font les glaces dans les hautes montagnes. Elle s'étend de cette manière sur des terrains considérables, et l'on ne peut arrêter ses progrès qu'en pratiquant des fossés d'écoulement pour les eaux.

« Dans les lieux bas, la tourbe est également soulevée au point de former des îles flottantes, qui sont quelquefois entraînées jusqu'à la mer.

« Les plantes aquatiques qui contribuent le plus à la formation de la tourbe, sont les prêles, les scirpes, les typha, les conferves, etc. Ces plantes végètent avec beaucoup de force et augmentent chaque année la tourbe d'une quantité considérable.

« Il se forme dans les tourbières, des pyrites, des huiles bitumineuses, des gaz, des acides sulfuriques et sulfureux, etc.

« Dans un grand nombre de houillères, les végétaux sont les mêmes que dans les tourbes, ou bien ce sont des analogues. Tout porte donc à croire que plusieurs houillères ont commencé par être des tourbières. Seulement, comme dans le principe les îles marécageuses étaient environnées d'eau de toutes parts, et la température était plus élevée et plus uniforme, comme tout porte à le croire, et comme cela a encore lieu dans les îles et les pays voisins des mers, la végétation y était plus vigoureuse ; des espèces différentes pouvaient y vivre, ou bien les espèces actuelles pouvaient y atteindre des proportions qu'elles n'atteignent plus. Et ainsi, les détritus de chaque année étaient plus considérables. Si les tourbes de la Hollande croissent déjà si rapidement, que devaient donc être les tourbières anciennes ?

« La présence, dans le terrain houiller, de végétaux très-délicats, qui ont conservé toutes leurs parties, la rareté des animaux aquatiques dans ce même terrain, et son analogie avec la formation actuelle des tourbes dans les lieux bas et marécageux, déterminent M. Adolphe Brongniart à penser que le terrain houiller a été formé dans des îles basses et marécageuses, sujettes à des inondations qui déposaient, au-dessus des dépôts végétaux, les couches de schistes et de psammites qui séparent ordinairement les couches de houille. On conçoit, en effet, que ce mode de formation a pu avoir lieu pour certains endroits.

« En effet, aujourd'hui, nous voyons les grandes inondations, les années pluvieuses, se reproduire presque périodiquement, de façon à laisser quelques années entre les inondations des pluies extraordinaires ; sous d'autres climats, au contraire, la période des pluies et des inondations est annuelle ; elle l'est même plus ou moins pour tous les climats. Il est très-convenable d'admettre que cette périodicité a dû exister dans tous les temps, et être peut-être même plus prononcée dans les premiers temps pour les îles tourbeuses environnées de mers. Or il est évident qu'entre chaque période pluvieuse annuelle ou de plusieurs années, la couche de tourbe acquérait une épaisseur d'autant plus considérable que les conditions étaient plus favorables, et que les années pluvieuses étaient plus éloignées les unes des autres. Chaque inondation venait couvrir la couche de détritus tourbeux, d'une ou plusieurs couches de gravier, de sable ou d'argile, etc., qui étouffait la végétation, et n'en laissait les germes que çà et là, et principalement sur les bords du marécage. L'inondation passée, ces germes de végétation se développaient de nouveau sur toutes les couches minérales, et cela avec une rapidité dont ce qui se passe aujourd'hui après les inondations de nos fleuves et de nos torrents, nous donne une idée. De la sorte, une nouvelle couche tourbeuse se formait, pour être ensuite recouverte par une nouvelle inondation, et ainsi de suite, pendant un temps d'autant plus long, que le bassin marécageux était plus profond et d'un niveau plus abaissé ; ce qui explique le grand nombre de certains bassins très-bas, auprès du petit nombre de couches, d'autres bassins moins bas et moins profonds, et qui furent par là même plus tôt comblés et desséchés.

« De la sorte, la succession alternative des mêmes phénomènes a produit l'alternance des nombreuses couches de houille et d'argile ou de psammites qu'on rencontre en certaines localités. Mais il est évident que ce mode naturel n'admet aucune révolution, aucunes destructions successives de plusieurs créations végétales, puisque toutes les assises présentent les mêmes végétaux ; il n'admet pas davantage des irruptions itératives avec des séjours plus ou moins prolongés des eaux marines, qui auraient certainement détruit tous les germes, toutes les sources de la végétation, et empêché par là même la continuation de sa reproduction, de ses dépôts et des alternances des couches végétales et minérales. Tandis qu'il est tout naturel d'admettre, ce que nous voyons tous les jours, que la première végétation, développée et accumulée sur toute l'étendue d'un bassin marécageux, soit momentanément recouverte et détruite par le séjour des eaux météoriques et fluviatiles, et par leurs dépôts dans le fond de ce bassin ; puisque, l'eau venant à diminuer soit par la saison plus chaude, soit par l'accumulation des dépôts minéraux et la cessation des pluies, les végétaux des bords ou des îlots du marécage qui auront survécu à l'inondation, regagnent de nouveau tous les dépôts à demi desséchés et s'y propagent jusqu'à ce que revienne une nouvelle inondation, toujours partielle, au moins dans son séjour plus ou moins prolongé. Dans cette interprétation naturelle, rien n'empêche de regarder le fond du bassin marécageux comme un lac plus ou moins étendu, dans lequel des cours et des crues d'eau amènent tous les détritus végétaux, les îlots flottants de tourbes, des parages marécageux environnants, en même temps que dans d'autres circonstances, d'autres saisons ou d'autres années, ils y amèneront des sables et des argiles. Réduite à ces proportions naturelles et infiniment probables, cette interprétation devient claire et nette, sans qu'il soit besoin des miraculeuses destructions et des créations successives plus miraculeuses encore ; mais aussi on est obligé de renoncer à ces magnifiques évolutions des siècles indéfinis se déroulant en milliers et en millions d'années au gré d'une imagination féconde qui se complaît à briser les limites trop étroites du réel pour voguer et se balancer à l'aise sur l'océan sans rivages de ce qui lui paraît possible.

« La seconde opinion, celle qui admet que les substances végétales de la houille ont été transportées par les eaux, s'appuie sur la position et la disposition des couches de houille dans plusieurs bassins, sur la présence de débris d'animaux aquatiques marins et d'eau douce, sur la grande quantité

de végétaux charriés encore aujourd'hui par les grands fleuves d'Amérique, sur les dépôts que les fleuves apportent encore dans les lacs, etc. Or il faut avouer que ces raisons ne sont pas moins puissantes que celles de l'opinion précédente. Nous croyons donc que l'exclusion ne doit pas plus être admise ici que dans tous les autres phénomènes géologiques ; mais que l'on doit accepter la diversité des causes qui ont agi simultanément, suivant la différence des localités et des circonstances. Et dès lors, pendant que, suivant la première opinion, de la houille se formait pour ainsi dire sur place dans une île marécageuse, des fleuves, traversant d'immenses forêts sur un autre point du globe, charriaient des masses considérables de détritus et des parties mêmes de végétaux, ici dans un lac d'eau douce, ailleurs dans un golfe marin. Puis, quand la saison des détritus aura été passée, ces mêmes fleuves auront déposé des sables ou des argiles; ou bien encore, la mer ou les eaux du lac auront étendu leurs dépôts minéralogiques sur les couches végétales. A la saison suivante, les détritus végétaux auront recommencé de nouveau à être charriés pour être encore recouverts par des couches minérales, et ainsi de suite. Dans certaines années de tempêtes, de ravinement plus profond, de pluies plus abondantes et plus continues, les détritus végétaux auront pu être balayés de toutes les parties de la vaste forêt, entraînés plus longtemps et plus abondamment par le fleuve et ses affluents, et ils auront ainsi donné naissance aux couches charbonneuses les plus puissantes. Dans une autre année, au contraire, la sécheresse ou d'autres causes auront diminué la quantité des détritus, et il ne se sera déposé qu'une couche très-mince. Enfin, les mollusques terrestres, fluviatiles et marins, ainsi que plusieurs autres animaux, tels que poissons et reptiles d'embouchure, auront été, dans tous les cas, entraînés et déposés avec les végétaux ou les couches qui les recouvrent. Tel est évidemment, dans plusieurs cas, l'un des modes de dépôt de la houille, dont ce qui se passe dans les grands fleuves et les vastes forêts d'Amérique nous donne une idée.

« La comparaison des gîtes houillers justifie d'ailleurs les deux modes de formation que nous venons d'exposer; ainsi la plupart des gîtes houillers du plateau central de la France ont été formés dans des flaques d'eau douce, et se rapportent probablement au premier mode ; les houillères de Belgique et d'Angleterre paraissent, au contraire, se rapporter au second mode.

« Cependant, soit que le bassin houiller eût été une tourbière, soit qu'il eût été un bassin de dépôts transportés, il dut s'y passer ce que nous voyons encore se passer aujourd'hui dans des circonstances analogues. Il se dégagea de ces matières végétales et animales, avant leur minéralisation, beaucoup de gaz d'hydrogène sulfuré, d'azote, d'acide carbonique, etc., comme il s'en dégage des marais et de toutes les matières végétales et animales amoncelées et passant à l'état de décomposition. Or nous savons que dans les lieux où se dégagent tous ces gaz, il se forme du soufre ; que ce soufre en se combinant avec le fer de ces substances, ou avec du fer de nouvelle formation, produit des pyrites. Nous retrouvons, en effet, l'acide sulfurique et les pyrites dans les tourbes, dans quelques bois fossiles, et jusque dans les argiles, les schistes et les ardoises.

« On doit donc concevoir facilement, d'après ces faits, qu'il se sera formé des pyrites et du soufre, au milieu des bois transportés, des tourbes et de toutes les matières végétales et animales qui ont concouru à la formation des charbons.

« Cependant, les pyrites décomposés par les causes connues contractèrent de la chaleur; une fermentation fut déterminée : un embrasement auquel la décomposition de l'eau et même de la substance végétale fournissait l'hydrogène et l'oxygène suffisants, avait d'abord son foyer dans les assises profondes du sol, carbonisait la tourbe ou les autres substances, sans perte considérable.

« En effet, les eaux, les couches argileuses, les couches de sable ou de grès, fermaient en partie le passage aux gaz, et, en faisant obstacle au contact de l'air atmosphérique, empêchaient une trop grande déperdition. Tous les gaz étaient absorbés par la matière végétale et bitumineuse et se combinaient avec elle, puisque nous les y retrouvons, aussi bien que les sulfures de fer qui donnent à certaines houilles cet éclat doré, et les débris des pyrites. Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que les couches les plus superficielles, qui ont dû être moins éloignées du contact atmosphérique, sont beaucoup plus pauvres en bitumes et en principes huileux, aussi bien qu'en gaz, que les couches inférieures.

« L'explication que nous donnons ne répugne du moins à aucune loi physique ou chimique, elle a même ses analogies dans les phénomènes volcaniques sous-marins, et l'étude des terrains houillers ne permet pas de douter qu'ils n'aient subi l'action d'une chaleur ou d'une fermentation quelconque. On pourra même, à l'aide de cette explication, rendre compte de la plupart des accidents des terrains houillers, des contournements des couches de houille, puisque la fermentation ignée a pu déterminer les mouvements des couches et du sol, en creusant des vides, et, par suite, déterminer également des brisements du sol et des couches, ou des plissements de celles-ci en sens divers.

« Or, pour produire tous ces phénomènes, soit de transport, soit d'accumulation des détritus végétaux, soit de minéralisation, il n'aura pas fallu un temps énormément long.

« Ce qui se passe dans les grands fleuves d'Amérique nous donnera une idée du temps nécessaire au mode d'accumulation

de la houille par transport. Tout le monde sait que, dans le moment actuel, les grands fleuves, et principalement ceux de l'Amérique méridionale, charrient une immense quantité de bois et de plantes marécageuses qu'ils transportent à la mer. — Plus de huit mille pieds cubes de matières végétales passent, dit-on, à l'une des embouchures du Mississipi en quelques heures. Or, en prenant pour base les calculs les plus désavantageux, ceux proposés par les partisans des siècles indéfinis, calculs faits sur les bois réduits en charbon à l'air et sur des bois même pris dans les conditions les plus désavantageuses, voici les résultats auxquels on arrive. Suivant ces calculs, on trouve que les dépots charbonneux ne peuvent être que les $\frac{2}{100}$ du volume primitif des matériaux qui leur ont donné naissance ; bien entendu qu'on ne tient aucun compte de la combustion sans déperdition que nous avons indiquée, puisqu'au contraire on suppose la carbonisation s'opérant à l'air. Prenant donc cette base, et supposant seulement que huit mille pieds cubes de matières végétales passent en 12 heures à l'une des embouchures du Mississipi, cela nous donne 16,000 pieds cubes en 24 heures. En trois mois cela nous donne environ 1,600,000 pieds cubes, qui donneraient 352,000 pieds cubes de charbon, ce qui donne déjà une assez forte couche de charbon; mais que cela se répète à toutes les embouchures du Mississipi, qui sont au nombre de quatre ou cinq, alors le calcul se quintuple. Enfin, que ces phénomènes se continuent seulement pendant 500 ans, et l'on aura une masse charbonneuse de 176 millions de pieds cubes. Maintenant, que ces mêmes phénomènes se soient accomplis en même temps sur cinquante ou soixante points différents du globe, où de grandes forêts auraient été traversées par de grands fleuves se rendant, soit à la mer, soit dans des lacs, et voilà soixante et quelques houillères qui n'auront pas demandé plus de 500 ans pour se former (699).

« Quant au second mode de formation des houilles, le mode tourbeux, ce qui se passe en Hollande peut nous permettre de calculer approximativement le temps.

« Ce pays, comme on le sait, contient des quantités immenses de tourbes, et l'art même est parvenu à y en produire journellement. Les tourbes naturelles sont formées, ici comme ailleurs, par la décomposition des plantes qui croissent dans ces pays marécageux. On enlève la tourbe pour l'utiliser; on creuse, en l'enlevant, un fossé plus ou moins étendu dans une vaste prairie tourbeuse. L'eau s'introduit ou est amenée dans ce fossé. Il s'y produit des *conferva rivularis*, puis des *mousses*, des *lichens*, etc.; toutes ces plantes s'amoncèlent, se décomposent, et, au bout de 6 à 10 ans, on a une nouvelle tourbe qui est excellente et exploitable.

« En prenant le chiffre le plus élevé, nous pouvons accorder 10 ans au dépôt de chaque couche de houille, quoique les causes fussent plus énergiques et leurs effets plus considérables et plus rapides dans les premiers temps. Et en admettant que, terme moyen, les inondations qui auront déposé les couches minérales sur les couches charbonneuses, se sont produites ainsi de 10 ans en 10 ans, nous aurons, en 100 ans, 10 couches de houille alternant avec autant de couches d'argile ou de sable; en 500 ans, 50; en 900, 90; en 1,000 ans, 100 couches de houille et autant de couches minérales alternantes. Or, parmi les bassins houillers connus, les plus puissants ne vont pas au delà de 80 ou au plus 90 couches alternantes, et ce ne sont pas les plus nombreux.

« Que ces phénomènes se soient seulement produits sur une centaine de points du globe, voilà 100 nouveaux gîtes houillers qui, joints aux soixante et quelques précédents, donnent un plus grand nombre de gisements qu'on n'en connaît.

« En outre, le plus grand nombre de bassins houillers reposent sur les terrains primitifs, et nous font par conséquent remonter à une époque où la végétation, répandue sur toute la surface du globe, y était d'autant plus active et vigoureuse, que la température était plus élevée; que les terres exondées étaient des îles plus ou moins étendues et environnées de vastes mers; que l'humidité chaude était plus abondante; que l'homme n'avait pu encore dépouiller la terre de ses forêts comme il l'a fait depuis; que les lacs et les marais n'étaient point encore comblés comme ils l'ont été depuis. Nous sommes ainsi amenés à conclure que ces premiers temps furent les plus favorables à la formation des houilles, et que quatre ou cinq cents ans après la création, la plupart des bassins houillers étaient remplis, et que tous ceux qui sont anciens pouvaient être comblés au bout de 1,000 ans au plus.

« Or, une fois que la combustion ou la fermentation y fut déterminée, tout le monde sait qu'il ne lui fallut pas un long temps pour faire passer ces dépôts de l'état tourbeux à l'état de houille.

« Nous n'attachons point à ces calculs plus d'importance qu'ils n'en méritent; mais ils sont basés sur des données positives, sur des lois et des analogies naturelles, prises dans la nature même des substances végétales les plus généralement reconnues dans la houille, tandis que les calculs de millions d'années exigées par certains auteurs pour former les dépôts de houille, ont été basés sur nos bois taillis, nos futaies, dont on n'a point encore constaté la présence dans la houille, bien qu'il puisse s'y en rencontrer; et, en outre, sur ces bois carbonisés à l'air, tandis qu'il est certain que la houille a été carbonisée hors du contact atmosphérique. Nos calculs sont plus rationnels et plus

(699) M. Elie de Beaumont, dans ses *leçons de géologie*, t. I, est loin de partager cette opinion. (*Voy.* aussi COUCHES SÉDIMENTAIRES.) (JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN.)

logiques; ils sont plus en rapport avec les observations positives et les faits connus; calculs pour calculs, les nôtres valent donc les autres, s'ils ne sont préférables. C'est là tout ce que nous voulions constater.

« Les substances charbonneuses, quelque puissance qu'elles aient dans l'écorce du globe, ne peuvent donc fournir aucun appui à la haute antiquité de la terre. Nous avons à examiner si les calcaires seront plus favorables à l'hypothèse des siècles indéfinis.

« Les calcaires proviennent de trois sources principales : les calcaires primitifs, qui auraient été créés avec la terre, et dont nous ne parlons pas parce qu'on les a contestés; les calcaires provenant de sources thermales et qui prennent leur origine dans la chaux des roches primitives et l'acide carbonique continuellement dissous par les eaux; ils sont peu nombreux dans le sol en comparaison des suivants, aussi il est inutile d'en parler; les troisièmes calcaires, qui forment presque à eux seuls la masse la plus considérable du sol remblai, sont produits par deux grands types d'animaux, les malacozoaires ou mollusques, et les actinozoaires ou rayonnés.

« Buffon, de Lamétherie et de Lamarck ont soutenu la thèse que les animaux à transsudation calcaire, dont il est ici question, transformaient l'eau en substance calcaire; quelle que soit la manière dont on résolve cette question, nous croyons avoir démontré, dans notre dix-huitième leçon, que l'action de ces animaux avait dû diminuer la masse des eaux primitives. Quoi qu'il en soit, il est certain que la plus grande partie des calcaires est due aux mollusques et aux rayonnés ou madrépores. Les calcaires fétides et bitumineux doivent probablement ces qualités à la chair de ces animaux, comme la substance pierreuse est due à leurs coquilles.

« Or, combien de temps a-t-il fallu pour la production de ces immenses couches de calcaires qui forment la majeure partie de l'écorce du globe?

« Buffon avait très-bien entrevu cette question, lorsqu'il considère que, dans les mollusques, la matière pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse réelle du corps de l'animal; que le nombre des espèces est immense; que leur accroissement et leur multiplication sont prodigieux et rapides, la durée de leur vie courte, quoiqu'il en suppose la moyenne à deux ans; lorsqu'il considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de chaque espèce, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans; qu'enfin ce bloc déjà si gros de matière pierreuse doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix ans dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde. Nous ajouterons seulement au problème quelques données plus précises : 1° les espèces fossiles, en général, sont beaucoup plus grosses et de plus grande taille que les vivantes; ainsi les ammonites, qui ont quelquefois plus d'un mètre de diamètre; les énormes cérites, les grands buccins, etc., etc. 2° On compte déjà plus de six mille espèces fossiles perdues, sans parler des vivantes qui sont bien au moins au nombre de quatre mille espèces, ce qui donne environ dix mille espèces. 3° Les individus de chaque espèce sont certainement de plusieurs milliers, et il serait même téméraire de vouloir en fixer le nombre; nous serons donc bien au-dessous de la réalité en prenant le nombre de dix mille. En outre, il faut considérer que ce nombre se décuple au moins tous les dix ans.

« D'après ces données on peut compter environ un quatrillion d'individus, produisant, l'un portant l'autre, un pied cube de calcaire en dix ans, terme moyen de leur vie établi par Buffon. Or, en 2,000 ans seulement, nous aurions 200 quatrillions de pieds cubes de matière calcaire.

« Cependant la surface exondée de la terre est d'environ huit millions de lieues carrées, ou, en négligeant les chiffres secondaires, un quatrillion de pieds carrés. Par conséquent, en 2,000 ans seulement, les mollusques auraient pu couvrir la terre exondée d'une couche toute de calcaire de deux cents pieds de puissance; et, si l'on veut réduire à la moitié, à cause de la compression et des divers accidents, cette couche aurait cent pieds de puissance. Il s'en faut beaucoup que la terre exondée soit couverte d'une telle couche, en y comprenant toutes les sortes de calcaire. Nous le répétons, nous n'attachons aucune importance à ces calculs; seulement on en a fait pour ébahir le vulgaire, nous en faisons pour le ramener à sa tranquillité d'esprit, afin de lui permettre de juger non pas d'après des chiffres plus ou moins habilement groupés, mais d'après les faits naturels.

« Si aux calcaires fournis par les mollusques nous ajoutons celui des polypiers, il sera impossible à tout esprit juste de songer encore aux siècles indéfinis. « En parcourant les archipels de la Polynésie et de l'Australie, on peut à peine faire une lieue sans rencontrer un banc ou une île de corail. Les bancs s'élèvent perpendiculairement du fond d'une mer que jamais la sonde n'a pu toucher, et les îles forment différents étages depuis le rocher battu par les flots, jusqu'au sol fertile que couvrent de grands arbres.

« Jusqu'ici nous n'avons considéré les terrains dans leur rapport avec le temps nécessaire à leur formation, que dans leurs éléments constitutifs et dans la cause productrice de ces éléments; mais il y a d'autres données à introduire dans le problème.

« Pour les couches et les terrains formés sur place, comme les rochers madréporiques, ce que nous avons dit résout le problème; mais il y a quelque chose à ajouter pour les couches et les terrains formés par la voie du transport.

« Les matériaux de ces formations par transport sont toujours des calcaires, des

sables, des argiles ou des marnes, qui sont un mélange de ces trois sortes de roches. Nous n'avons rien à dire sur leur origine et leurs causes productrices ; elles nous sont connues par ce que nous avons exposé ci-dessus. Mais le transport a eu lieu ou dans le sein des mers, ou bien par les fleuves de terres exondées vers les bassins marins : les terrains pélagiens, comme la craie, paraissent appartenir au premier mode ; les terrains de rivages, comme certains calcaires jurassiques et particulièrement les terrains tertiaires, appartiennent en partie au second mode, ou mieux encore à l'action combinée des eaux marines et des eaux fluviatiles.

« Or, pour qu'il y eût transport de matériaux, il fallait que ces matériaux existassent déjà dans la mer et sur les terres parcourues par les fleuves. Quant aux matériaux provenant directement de la mer, comme la plupart des calcaires marins, rien ne s'oppose à ce qu'ils soient transportés et déposés à mesure qu'ils sont produits ; c'est même ce que les faits nous prouvent avoir lieu tous les jours par les amas de coquillages et de débris calcaires que les flots amoncèlent sur plusieurs points des rivages ou des grandes baies marines.

« La question semble donc se restreindre aux matériaux transportés par les fleuves ; or, à mesure que les eaux des mers se retiraient, par une cause ou par une autre, il est évident qu'elles laissaient aux fleuves de plus longs circuits à parcourir, et par suite toutes les couches de rivages devenus continents à raviner et à transporter de nouveau à la mer ; l'observation géologique prouve, en effet, que tous les terrains secondaires n'ont laissé dans le sol que leurs couches plus profondes et plus avancées dans les mers ; les couches superficielles et de rivages ont été remaniées et retournées à la mer pour former des terrains tertiaires. Mais, outre ces matériaux, les fleuves avaient les détritus continuels des montagnes primitives et des terrains primaires ou de transition à porter à la mer. Les mers elles-mêmes livraient à leurs courants les débris du ravinement de leurs côtes et de leur fond.

« Dans tous les cas, plus les mers se retiraient au loin, plus les matériaux de transport qu'elles laissaient devenaient abondants.

« Les dislocations et les soulèvements, en brisant le sol déjà formé, en créant de nouveaux courants, devaient aussi augmenter considérablement les matériaux de transport ; c'est du moins ce que paraissent indiquer très-clairement les immenses conglomérats qui se rencontrent autour des points de dislocation, et les changements de direction dans les stratifications.

« Or, rappelons-nous ce que nous avons dit, que dans certaines saisons, la Seine fait passer au pont Royal en 24 heures 7 à 800 mètres cubes de matières sédimenteuses, ce qui donne environ, pour le quart de l'année, temps moyen du charriage, 24,000 pieds cubes de sédiment, et pour 2,000 ans, 480 millions de pieds cubes ; que le Gange charrie par heure à la mer 4,500 pieds cubes de sédiment, ce qui, en ne comptant que 3 mois par an pour le temps moyen du charriage, donne en 2,000 ans, environ, 33 milliards 600 millions de pieds cubes de sédiment. Si telle est la puissance des sédiments, maintenant que toutes les causes sont presque annulées, que devait-elle être quand celles que nous venons de signaler étaient dans leur pleine activité (700) ? »

Quant aux effets de la cause ignée, aux bouleversements et aux dislocations qu'elle a pu produire, ils ne peuvent évidemment faire aucune difficulté pour le temps, car tous les faits connus prouvent que les effets de cette cause sont instantanés, et qu'ils peuvent se produire à la fois sur un très-grand nombre de points, comme sur une même échelle très-étendue.

« Jusqu'ici nous n'avons considéré les terrains que dans les causes productrices de leurs matériaux et dans les causes de leurs dépôts ; or, il faut introduire dans le problème du temps la grande loi du synchronisme, que nous nous sommes efforcé de démontrer dans tout notre Cours. Il y a toujours eu synchronisme entre la cause ignée et la cause aqueuse, c'est-à-dire que ces deux causes ont agi simultanément et souvent concurremment à toutes les époques ; il y a synchronisme dans les causes aqueuses : les eaux marines et les eaux douces ont agi simultanément chacune pour leur part, et elles ont réuni leurs efforts dans un grand nombre de points. Ainsi pendant que les charbons se déposaient en certaines baies avec des schistes et des grès, des alternances marines et fluviatiles se déposaient sur d'autres points, des couches de rivages se formaient ailleurs, plus loin dans la mer s'accumulaient des calcaires, et se formaient des récifs madréporiques, en même temps que le lavage des polypiers et les débris de coquilles formaient la craie au centre de la grande mer ; en sorte que les cinq grandes divisions des terrains secondaires doivent être regardées comme en très-grande partie contemporaines et non comme successives ; elles ont même pu commencer à se former en partie en même temps que les terrains primaires ou de transition, et s'achever pendant que s'opéraient les premiers dépôts tertiaires.

« Mais pendant que tous ces phénomènes s'accomplissaient dans un même bassin, les mêmes ou d'autres analogues se produisaient dans plusieurs autres bassins. En sorte que l'on ne peut additionner toutes les séries des divers bassins, comme on le faisait dans les classifications artificielles, pour avoir la durée des temps de formation ; mais on doit les compter parallèlement, et le bassin le plus complet dans la série de ses couches est celui qui doit donner une mesure de

(700) T. III, p. 693.

temps qui comprend tous les autres. Or, dans ce bassin complet, on ne peut encore additionner toutes les couches, ni même tous les terrains, puisqu'un grand nombre de couches peuvent avoir été contemporaines et que le synchronisme peut même avoir eu lieu entre une partie de deux terrains différents ; on ne peut donc prendre comme vraie mesure de temps que le nombre des couches en superposition complète, et la puissance absolue de toute l'épaisseur des couches ainsi superposées dans un même bassin, depuis les terrains primitifs jusqu'aux terrains les plus récents.

« Cette loi du synchronisme ajoute donc à nos calculs de temps une nouvelle et très-haute probabilité (701). »

Nous venons de faire connaître, en citant ses propres paroles, les idées théoriques de M. l'abbé Maupied en cosmogonie et en géologie. Nous sommes loin de les adopter, comme on le verra dans plusieurs articles de ce *Dictionnaire*. Voyez surtout les articles COUCHES SÉDIMENTAIRES ; SÉDIMENTS ANCIENS, etc.; PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES ; ESPÈCES FOSSILES ; GENRES FOSSILES, et l'histoire de chaque terrain et de chaque étage sous son nom spécial. On ne saurait admettre que les terrains sédimentaires se soient formés depuis la création de l'homme. La science repousse invinciblement une pareille opinion. Comment concevoir que des terrains stratifiés qui n'ont pas moins de 550 mètres de puissance (702), comme l'accuse le puits de Grenelle à Paris, aient pu se former dans l'espace de mille à deux mille ans ? L'étage *suessonien* ou *calcaire nummulitique*, le premier de la période tertiaire, a fourni les pierres qui ont servi à élever les anciennes pyramides d'Egypte, bâties plus de 1,500 ans ans avant l'ère chrétienne. M. W. Ainsworth a publié, en 1838, un ouvrage intitulé : *Researches in Assyria, Babylonia*, etc. (Recherches en Assyrie, en Babylonie et en Chaldée). On y lit page 26 : « Tout le pays qui s'étend du 37° lat. N. au 34°, et qui comprend les plaines de la Syrie, de la Mésopotamie et la région à l'est du Tigre jusqu'aux montagnes du Kurdistan, est occupé par les formations crétacée et tertiaire, interrompues çà et là par des roches pyroxéniques et feldspathiques. La craie compacte, grenue, saccharoïde au pied du Taurus, devient ensuite blanche, tendre et remplie de silex. A celle-ci succède une craie jaune, fissile qui s'étend le long de l'Euphrate, jusqu'à la hauteur de Balis, où les marnes et le gypse tertiaires sont recouverts de marnes et de grès. » Or, l'Euphrate et le Tigre sont désignés dans la Genèse comme arrosant le paradis terrestre et les lieux habités par les premiers hommes ; les terrains crétacés et tertiaires sur lesquels ils coulent étaient donc formés avant Adam. Car on ne prétendra pas sans doute que ces terrains se sont formés au-dessous de ces deux fleuves sans déranger leur cours (703).

Nous ne voulons point insister ici sur la réfutation des conceptions théoriques de M. l'abbé Maupied. On trouvera cette réfutation dans la plupart des articles de ce *Dictionnaire*, au point de vue de la science comme au point de vue de la *Genèse*. Pour ce qui concerne le texte sacré, nous répéterons ici ce que nous avons déjà dit plusieurs fois, c'est qu'après les innombrables tentatives qui ont été faites jusqu'ici pour trouver de la cosmogonie et de la géologie dans le récit de Moïse, et après l'inanité de ces tentatives, il faut enfin sortir de cette voie qui ne conduit qu'au chaos dans l'interprétation du texte et dans la science. Il faut revenir au sentiment des anciens Pères de l'Eglise embrassé par l'illustre cardinal Wiseman, dans ses *Discours sur les rapports entre la science et la religion révélée*. Nous avons précédemment cité cette interprétation du savant prélat ; elle concilie de la manière la plus satisfaisante la science et la Genèse ; nous nous y tenons. *Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN).

MÉGALICHTHYS. *Voy.* POISSONS.

MÉGALONYX. *Voy.* MAMMIFÈRES.

MÉGALOSAURE (704) [μέγας, grand, σαῦρος, lézard]. — Le mégalosaure, ainsi que l'indique son nom, était un lézard d'une grande taille, dont on a trouvé, dans les mêmes carrières que nous avons déjà citées, des os et des dents si parfaitement conservés, que, bien que jusqu'ici l'on n'ait pu encore en rencontrer un squelette entier, nous connaissons ses membres dans leurs formes et dans leurs dimensions, avec une certitude presque aussi complète que s'ils se fussent offerts réunis dans un seul bloc de pierre.

En le comparant, sous le rapport de la forme et des proportions de ses os, avec les lézards actuellement existants, Cuvier est arrivé à cette conclusion, que le mégalosaure était un reptile énorme, d'une taille de quarante à cinquante pieds, et qui, si peu vraisemblables.

(701) T. III, p. 699.

(702) Nous pourrions dire 14,000 mètres pour les seuls terrains de sédiments anciens, sans y joindre les dépôts secondaires et tertiaires qui ont eux-mêmes plusieurs milliers de mètres d'épaisseur.

(703) On sait que le diluvium ou terrain attribué au déluge se trouve à la surface des continents. L'échelle des strates qui forment ceux-ci existait donc lorsque le diluvium s'est déposé. Ainsi ç'aurait été dans l'intervalle de 15 à 16 cents ans que se serait formée cette immense accumulation de strates de douze à quatorze mille mètres d'épaisseur qui constituent les terres habitées. Nous regrettons de voir un savant du mérite de M. l'abbé Maupied engagé dans des théories

(704) Ce genre a été établi par Buckland (*Geol. trans.*, 1824, d'après des échantillons trouvés dans le chiste oolitique de Stonesfield, près Oxford, qui est l'endroit où ils se montrent le plus abondants. M. Mantell a découvert des débris du même animal dans la formation wealdienne d'eau douce de la forêt de Tilgate, et nous concluons de cette circonstance qu'il a dû exister pendant le dépôt des couches de la série oolitique tout entière. Buckland a vu, en 1826, dans le musée de Besançon, des fragments de mâchoires et de quelques autres os du mégalosaure trouvés dans l'oolite des environs de cette ville.

pour sa structure, tenait tout à la fois du crocodile et du monitor.

Comme le fémur et le tibia ont près de trois pieds chacun, le membre postérieur, dans son entier, devait être long de près de six pieds; et l'un des os métatarsiens a treize pouces de long; ce qui prouve que le pied était d'une dimension en rapport avec les dimensions précédentes. Les os des cuisses et des jambes n'étaient point pleins à leur partie centrale, ainsi que cela a lieu chez les crocodiles et chez d'autres quadrupèdes aquatiques: mais ils étaient creusés d'une vaste cavité médullaire analogue à celle qui existe dans les os des quadrupèdes terrestres. Cette circonstance, jointe aux caractères que fournissent les pieds, nous apprend que le mégalosaure vivait principalement à la surface du sol.

Cette organisation intérieure dans des os fossiles nous montre le même mode d'accord entre le squelette et son élément, qui, de nos jours, distingue encore entre eux les os des sauriens terrestres et aquatiques (705). Dans les ichthyosaures et les plésiosaures, dont les extrémités aplaties en rames ont été exclusivement disposées pour une locomotion au sein des eaux, les os même les plus forts des membres antérieurs et des membres postérieurs sont massifs dans toute leur épaisseur. Le poids des os n'apportait, dans ces êtres, aucun obstacle à leur action au sein du milieu liquide qu'ils habitaient; mais dans l'énorme mégalosaure, et dans l'iguanodon, encore plus colossal, qui, ainsi que l'enseignent les caractères de leurs pieds, avaient été créés pour se mouvoir à la surface de la terre, les plus grands os des membres ont été diminués en poids par des cavités internes remplies d'une substance médullaire peu dense, en même temps que leur forme cylindrique réunissait la double condition de la force et de la légèreté (706).

La forme des dents signale, dans le mégalosaure, un animal très-carnivore; il est probable qu'il se nourrissait de reptiles de taille médiocre, tels que les crocodiles et les tortues, dont on retrouve les débris dans les mêmes couches. Peut-être aussi descendait-il dans les eaux pour s'y mettre à la poursuite des plésiosaures et des poissons (707).

La pièce la plus importante que l'on possède de ce reptile énorme, c'est un fragment de la mâchoire inférieure qui supporte plusieurs dents. Il résulte de la forme de cette mâchoire que la tête se terminait, en avant, par un museau droit, mince et comprimé latéralement, comme celui du dauphin du Gange.

Les mâchoires et les dents étant, chez tous les animaux, les organes qui offrent les caractères les plus importants, nous bornerons nos observations actuelles à quelques-unes des particularités les plus frappantes du système dentaire du mégalosaure. Et, d'abord, nous y trouvons la preuve que c'était un animal très-voisin de quelques-uns de nos lézards modernes; et si nous considérons ses dents comme les instruments d'approvisionnement d'une créature carnivore de taille énorme, nous verrons qu'elles étaient dans un rapport admirable avec les fonctions de destruction pour lesquelles elles ont été créées (708).

(705) Buckland tient de M. Owen que les os longs des tortues terrestres offrent à leur intérieur une structure aréolaire serrée, mais non une cavité médullaire.

(706) Les cavités médullaires des os fossiles de mégalosaure trouvés à Stonesfield sont ordinairement remplis de spath calcaire. On voit dans le muséum d'Oxford un échantillon peut-être unique parmi les débris organiques fossiles. Il provient de la formation wealdienne d'eau douce de Langton, près de Tumbridge Vells, et offre le fait curieux du moulage parfait de l'intérieur d'un os long, probablement le fémur d'un mégalosaure, avec la forme exacte et les ramifications de la substance médullaire, tandis que l'os lui-même a été complétement détruit. La substance de ce moulage est formée d'un sable fin cimenté par l'oxyde de fer; sa forme présente distinctement toutes les réticulations les plus minutieuses que suivait la moelle remplissant les cavités aréolaires de l'extrémité de l'os. On y voit aussi en relief les perforations qui existaient dans la paroi interne, et par où les vaisseaux pénétraient obliquement de l'extérieur jusqu'à la substance médullaire. Le sable où l'os était enfoui a également formé tout autour un moule extérieur, de telle sorte que, bien que l'os lui-même ait entièrement péri, nous possédons tout à la fois une reproduction exacte de sa forme extérieure et de ses cavités internes, en même temps qu'un modèle de la moelle qui les remplissait, à peu près aussi parfait qu'on pourrait l'obtenir en remplissant de cire fondue la cavité vide d'un os à moelle, puis faisant dissoudre ensuite la substance osseuse dans un acide. Le sable qui constitue le moule intérieur a dû entrer par la cassure de celle des deux extrémités qui manque dans l'échantillon. Cette préparation naturelle d'une pièce anatomique des temps anciens démontre que, dans ces lézards gigantesques d'un monde primordial, la disposition de la moelle, et ses rapports avec les extrémités spongieuses de la cavité intérieure du fémur, sont exactement les mêmes que l'on observe dans les cavités médullaires des espèces de la création dont nous faisons partie.

(707) Un iguane de l'espèce *I. tuberculata* a vécu dans les jardins de la Société zoologique de Londres pendant l'été de 1854, et on l'a vu fréquemment entrer dans l'eau, et traverser à la nage un petit bassin en se servant de sa longue queue comme d'un instrument de progression, tandis que ses membres antérieurs restaient sans mouvement.

(708 Le bord extrême de la mâchoire est plus haut de près d'un pouce que le bord interne, et forme ainsi une sorte de parapet latéral qui sert d'appui aux dents du côté où elles ont le plus grand effort à soutenir. En même temps, le bord interne donne naissance à une série de lames triangulaires qui forment des sortes d'éminence en zig-zag dans l'intérieur du sillon alvéolaire. Du centre de chaque lame triangulaire part une cloison osseuse qui va joindre le parapet opposé, et constitue ainsi les alvéoles successives. On voit apparaître les dents nouvelles dans l'angle qui sépare ces éminences triangulaires; elles forment une sorte d'abondante réserve, destinée à remplacer les dents anciennes à mesure que leur destruction progressive ou des fractures accidentelles en rendent nécessaire le renouvellement. Les dents nouvelles se formaient dans des cavités distinctes à côté des anciennes, en dedans de la mâchoire; et il est probable qu'elles forçaient celles-ci

Ces dents, par la réunion d'arrangements mécaniques qui entre dans leur structure, tiennent tout à la fois du couteau, du sabre et de la scie. Lorsqu'elles commencent à sortir de la gencive, leur sommet présente un tranchant double d'un émail denté en scie. Leur position alors, ainsi que la ligne suivant laquelle s'exerce leur action, sont à peu près verticales, et elles forment comme une sorte de sabre à pointe doublement tranchante. A mesure que ces dents s'accroissent, elles prennent une courbure en arrière qui leur donne la forme d'une serpette, et l'émail dentelé se continue le long de l'arête interne ou tranchante de la dent, tandis qu'au contraire, sur l'arête opposée, l'émail ne descend qu'à une petite distance du sommet; de telle sorte que l'arête convexe se trouve épaisse et obtuse, de la même manière qu'on fait le dos d'un couteau plus épais afin qu'il soit plus solide. Cette solidité des dents du mégalosaure s'accroît encore par le renflement de ses parois latérales, ainsi qu'on le voit dans la coupe transversale. Si la dentelure se fût continuée dans toute la longueur de l'arête obtuse et convexe de la dent, c'eût été pour cet organe un tranchant que sa position eût rendu inutile avec des dents ainsi construites, de façon à couper, dans toute la longueur de leur bord concave, chaque mouvement des mâchoires produit l'effet combiné d'un couteau et d'une scie, en même temps que le sommet opère une première incision, comme le ferait la pointe d'un sabre à double tranchant. La courbure en arrière, que prennent les dents à leur entier accroissement, rend toute fuite impossible à la proie une fois saisie, de la même manière que les barbes d'une flèche rendent son retour impraticable. Ainsi dans les modifications que ces divers organes ont subies pour s'approprier aux circonstances dans lesquelles ils sont placés, nous retrouvons les mêmes arrangements que l'habileté humaine a mis en œuvre dans la fabrication de plusieurs des instruments qu'elle emploie.

Dans un article précédent (*Voy.* Carnivores), j'ai essayé de faire voir que l'existence des races carnivores parmi les animaux a pour résultat une diminution dans la somme des douleurs qui sont réservées aux autres êtres du même règne. Toute disposition des mâchoires ou des dents, qui sera de nature à procurer une mort plus expéditive, se trouvera en accord avec ce même but si hautement avantageux; et c'est là le motif qui nous dirige nous-mêmes toutes les fois que, sans autre impulsion que celle d'un sentiment d'humanité, nous nous servons des instruments les plus propres à donner une mort prompte et facile à ces animaux innombrables qui sont immolés chaque jour pour la nourriture de l'homme.

MÉGAPHYTON. *Voy.* Sigillaire.

MÉGATHÉRIUM(*μέγας, grand, θηρίον, bête*), genre de mammifères fossiles de l'ordre des édentés. — Comme il nous serait impossible, dans un ouvrage de la nature de celui-ci, de décrire d'une manière détaillée la structure ne fût-ce que d'un petit nombre de mammifères fossiles, que le génie de Cuvier a pour ainsi dire restitués à la vie, nous allons essayer de rendre sensible, en prenant pour exemple une seule espèce, la méthode d'investigation analytique qui a guidé ce grand philosophe dans l'anatomie des animaux récents ou perdus.

Le résultat de ses recherches, ainsi qu'il l'expose dans son ouvrage sur les ossements fossiles, a été de démontrer que tous les quadrupèdes fossiles, quelles que soient leurs différences génériques ou spécifiques, ont été créés d'après le même plan général et la même base systématique d'organisation que les espèces maintenant vivantes; et dans les applications différentes d'un type commun à des fonctions diverses subordonnées aux diverses conditions du globe, il fait voir une conformité de desseins si universelle, que nous ne pouvons achever la lecture de ces volumes admirables sans en emporter la conviction profonde, qu'une vaste et puissante intelligence a présidé à tous les systèmes de création passés et présents.

Rien ne peut surpasser en exactitude et en logique sévère les raisonnements à l'aide desquels, dans tout le cours de son ouvrage, l'illustre auteur nous démontre l'action d'une sagesse providentielle, soit dans les rapports constants qui unissent les diverses parties des animaux les unes aux autres, soit dans les fonctions générales de l'ensemble de l'organisation. Rien de plus parfait que ses déductions, quand il passe en revue l'art admirable qui se déploie sous des formes variées presque à l'infini pour mettre chaque créature vivante en rapport avec ses diverses conditions d'existence. Ce qu'il dit de ces conditions d'existence, si pleines d'intérêt et des combinaisons organiques qui y correspondent dans les éléphants vivants, peut s'appliquer également bien aux espèces fossiles du même genre; et l'on peut, à l'aide d'inductions semblables, passer des espèces vivantes aux espèces fossiles pour les divers genres qui, comme les rhinocéros, les hippopotames, les chevaux, les bœufs, les cerfs, les tigres, les hyènes et les loups, se rencontrent habituellement associés à l'éléphant fossile.

Sur plusieurs points de son organisation, le mégathérium se rapproche du paresseux. Comme lui, il offre certaines monstruosités apparentes de formes extérieures, en même temps que certaines particularités étranges de structure interne que jusqu'ici l'on n'a pas encore bien comprises.

Les paresseux fournissent une exception remarquable aux conséquences, que les naturalistes, ont ordinairement tirées de l'étude de la structure et du mécanisme des

à tomber, par le moyen accoutumé de la pression combinée avec l'absorption, pour prendre ensuite leur place dans les cavités demeurées vides. Cette disposition pour le renouvellement des dents, est rigoureusement la même que l'on observe dans la dentition de plusieurs espèces vivantes de lézards.

organes chez les autres animaux. Que chaque partie du corps de l'éléphant ait été créée pour produire une force extraordinaire, de même que chacun des membres du cerf ou de l'antilope pour la vitesse et la légèreté; c'est ce qui a frappé les yeux de tout observateur scientifique. Mais ç'a été un usage commun à tous les naturalistes, que d'imiter Buffon, dans la description qu'il a donnée des paresseux, et de les représenter comme étant, de tous les animaux, ceux qui ont reçu l'organisation la plus imparfaite, comme des êtres pour lesquels aucune jouissance n'a été faite et qui n'ont été créés que pour la misère. (*Voy.* le troisième vol. de notre *Dict. de zool.*, art. Aï.)

Ce qui est vrai, c'est que les paresseux sont, de tous les quadrupèdes vivants, ceux qui s'éloignent le plus de la structure ordinaire; mais c'est une erreur que d'avoir regardé ces déviations comme des imperfections que ne contrebalance aucun avantage. Toutes ces diverses conditions anormales, loin d'être des défauts ou des sources d'inconvénients pour les paresseux, sont au contraire des exemples frappants des prévisions variées à l'aide desquelles chaque créature a été organisée pour les conditions diverses dans lesquelles elle était appelée à vivre. Les mêmes particularités, qui rendent les mouvements des paresseux si lourds, si pénibles à la surface du sol, conviennent au contraire merveilleusement à la vie pour laquelle il a été créé et qui doit se passer entièrement sur les arbres dont les feuilles forment sa nourriture. De même encore, si nous considérons le mégathérium comme un animal créé pour creuser la terre et s'y nourrir de racines, nous verrons s'expliquer sa structure insolite et ses proportions en apparence anormales, nous trouverons pour chaque organe des convenances relatives et des rapports étroits avec le but que cet organe devait remplir (709).

Nous allons entrer dans des détails minutieux sur quelques-unes des parties les plus remarquables de cet animal, en l'étudiant dans ses rapports constants avec son mode particulier d'existence, et en me proposant pour but d'arriver à reconnaître tout un système de combinaisons, admirablement coordonnées dans le mécanisme de cette créature en apparence la plus monstrueuse de toute la série animale, et la plus dépourvue de toute harmonie des proportions.

Ainsi donc nous avons devant nous un quadrupède gigantesque qui, au premier abord, ne paraît pas seulement disproportionné dans son ensemble, mais dont chacun des membres en particulier, semble disposé d'une façon grossière et gauche, si nous les supposons placés dans les conditions des mêmes organes, chez les mammifères ordinaires. Emparons-nous de ce fil qui est notre meilleur guide, notre guide essentiel, toutes les fois que nous avons à étudier le mécanisme de l'organisation animale. Essayons-nous d'abord à conclure de l'ensemble et des propriétés de la machine, la nature générale du travail auquel elle est destinée, et, à l'aide des caractères tirés des parties les plus importantes, nous voulons dire des pieds et des dents, nous nous enquerrons du genre de nourriture que ces organes étaient destinés à saisir et à broyer. Ensuite nous verrons que chacun des autres organes s'acquitte de toutes ses fonctions dans une subordination harmonieuse envers ce but principal de toute économie animale.

Toutes les fois qu'il s'agit d'animaux ordinaires, le passage des diverses formes d'organisation, les unes dans les autres, se fait par des degrés si insensibles, et les diverses fonctions, dans chaque espèce, sont expliquées d'une manière si complète et si immédiate par les mêmes fonctions, dans les espèces circonvoisines, que nous éprouvons rarement quelque difficulté à saisir la cause finale d'un arrangement quelconque à mesure qu'il s'offre à nos investigations anatomiques. Ceci est vrai surtout du squelette, lequel est la charpente de tous les autres mécanismes de l'organisation; et cette partie est de la plus haute importance pour l'histoire des animaux fossiles, dont il nous reste rarement autre chose que des os, des dents et des téguments écailleux ou osseux. Mais, je choisis de préférence le mégathérium, parce que ce sera pour nous un exemple des écarts les plus extraordinaires, et d'une apparence monstrueuse des plus tranchées, que cet animal gigantesque, qui surpasse en volume les plus grands rhinocéros, et qui n'a pas, dans toute la nature vivante, de plus proches voisins en organisation que les genres non moins anormaux les paresseux, des tatous et des chlamyphores, dont le premier est organisé pour le but spécial de vivre sur les arbres, et les deux derniers pour s'enterrer dans le sable, où ils cherchent tout à la fois la nourriture et l'abri, et qui tous trois, quant à leur distribution géographique, sont resserrés à peu près dans les mêmes contrées américaines où vécut jadis le mégathérium.

(709) Les restes du mégathérium se trouvent surtout dans les régions méridionales de l'Amérique du Sud, et plus abondamment au Paraguay que partout ailleurs. Cet animal paraît aussi s'être éloigné de l'équateur vers le Nord, à peu près jusqu'aux Etats-Unis. Nous le connaissons depuis quelque temps par les descriptions détaillées qu'en a données Cuvier, tom. V, de ses *Ossements fossiles*; et par une série de grandes gravures qu'ont publiées Pander et Dalton, d'après un squelette à peu près complet, envoyé en 1789, de Buenos-Ayres à Madrid. Le docteur Mitchel et M. Cowper ont décrit dans les *Annales du Lycée d'Histoire naturelle de New-York*, mai 1824, quelques dents et quelques os trouvés dans les marais de l'île de Skiddaway, sur la côte de la Georgie, et qui ressemblent à ceux du squelette de Madrid. (Cuvier, *Ossem. foss.*, t. V, deuxième partie, p. 519.)—En 1832, plusieurs parties d'un autre squelette furent apportées en Angleterre par M. Woodbine-Parish. Ils avaient été extraits du lit de la rivière Salado, près de Buenos-Ayres, et on les voit dans le collection du Muséum du Collége royal des chirurgiens de Londres. Ils ont été décrits dans les *Transactions de la Société géologique de Londres*, tome III nouvelle série, 1re partie, par M. Clift.

Je n'aborderai pas ici les questions encore douteuses de l'âge précis des dépôts où se trouve le mégathérium et des causes qui l'ont fait disparaître, mon but est de faire voir que les anomalies apparentes de ses diverses parties, tiennent en réalité à un système d'arrangements sages et parfaitement coordonnés pour le mode de vie spéciale auquel il avait été destiné. Nous allons donc étudier, en nous conformant à l'ordre suivant lequel ils ont été décrits par Cuvier, ses organes les plus importants, en commençant par la tête, pour arriver ensuite au tronc et aux extrémités.

Tête. — La tête osseuse ressemble beaucoup à celle du paresseux; l'os long et large qui descend de l'arcade zygomatique le long de la joue, le rapproche beaucoup plus de l'aï que de tout autre mammifère; cette pièce remarquable dut être un auxiliaire important pour les muscles moteurs de la mâchoire, dont la puissance excédait les limites ordinaires.

La partie antérieure du museau est tellement développée et massive, et en même temps tellement criblée de trous pour le passage de nerfs et de vaisseaux, que nous sommes autorisés à affirmer que là devait exister un organe d'un volume considérable. Une trompe allongée eut été complétement inutile à un animal dont le cou était aussi long; ce devait être un nez analogue à celui du tapir, et assez allongé pour saisir des racines à la surface du sol. La cloison des narines, également solide et osseuse, est une nouvelle preuve de la présence en ce point d'un organe puissant, d'un appareil destiné peut-être à compenser l'absence des dents incisives et des défenses.

Dépourvu d'incisives, le mégathérium n'a pu se nourrir d'herbes, et la structure des molaires prouve que ce n'était pas davantage un animal carnivore. Chacune, en effet, par sa composition, ressemble à l'une des nombreuses *denticules* que l'on voit réunies en une seule molaire composée chez l'éléphant; et nous y trouvons un admirable exemple de la manière dont la nature a réuni, pour former les dents des animaux graminivores, trois substances d'inégale densité, l'*ivoire*, l'*émail* et la *matière corticale*. Les dents ont environ 7 pouces de long, *mesure anglaise :* toutes sont de forme à peu près prismatique, et ont leurs surfaces triturantes disposées d'une façon remarquable dans le but de maintenir les deux bords tranchants cunéiformes en état de remplir leurs fonctions jusqu'à ce que la dent tout entière soit usée. Cet arrangement n'est qu'une modification de celui qu'on observe dans les molaires de l'éléphant et des autres herbivores; et le même principe a été mis en œuvre par les fabricants d'outils, pour que les haches, les faux, et autres instruments, conservent toujours leur tranchant aigu. Une hache n'est pas uniquement faite d'acier, mais bien d'une lame mince d'acier, saisie entre deux lames de fer plus doux, de manière que la première dépasse les deux autres précisément là où doit saillir l'arête tranchante. Il résulte de cet arrangement un double avantage : en premier lieu, l'outil est moins facile à briser que s'il était entièrement fabriqué avec la matière la plus fragile, celle de l'acier; en second lieu, on éprouve beaucoup moins de peine à user sur la meule les lames extérieures de fer doux pour rendre au tranchant toute sa finesse que si la masse tout entière était d'un acier fortement trempé. C'est à l'aide d'une disposition pareille qu'il se produit constamment deux bords tranchants sur la couronne des molaires du mégathérium.

Chacune des dents inférieures s'oppose à la dent supérieure qui lui correspond de manière à ce que l'émail le plus dur de l'une soit en rapport avec les parties les moins dures de l'autre; les tranchants d'émail agissant par frottement contre l'ivoire, et l'émail contre la croûte corticale dans les dents réciproquement opposées. Ainsi l'acte de la mastication lui-même crée et maintient cette série de coins qui s'engrènent les uns dans les autres, de la même manière que les crêtes saillantes des cylindres opposés dans les moulins à écraser

C'était donc, comme on le voit, une machine d'une prodigieuse puissance que cette bouche du mégathérium, ou 16 dents offraient une surface triturante garnie de 32 coins semblables, chacune de ces dents elles-mêmes ayant de 7 à 9 pouces de long, et s'enchâssant solidement dans un alvéole profond par la plus grande partie de sa longueur.

Cependant ces dents se seraient promptement usées; mais, une disposition qui n'est pas ordinaire aux dents molaires, et que l'on observe encore parmi les animaux de l'époque actuelle, dans les incisives du castor et des autres rongeurs (710), suppléait à la destruction incessante qu'éprouvait la couronne par l'addition continue de matériaux nouveaux à la racine qui, dans ce but, demeurait creuse et remplie par une pulpe molle pendant toute la durée de la vie de l'animal.

Ainsi, d'une part, il n'est guère possible d'imaginer une combinaison d'appareils dentaires d'où résulte une machine d'un effet plus puissant pour le broiement des racines; et, en outre, ce mécanisme déjà si admirable a encore la faculté qui met le comble à la perfection de tout mécanisme, celle de trouver

(710) Les incisives du castor et des autres rongeurs, ainsi que les défenses du sanglier et de l'hippopotame qui n'exigent qu'un bord externe tranchant, et nullement une surface destinée à broyer, sont construites d'après le même principe que le bord tranchant d'un ciseau ou d'une doloire : dans ce cas il n'existe de lames d'émail très-dure qu'à la face antérieure de l'ivoire dont se composent ces dents, de la même manière que dans les instruments ci-dessus la face seule qui supporte l'arête tranchante est formée par une lame d'acier unie intimement à une lame de fer doux. Une dent ainsi construite conserve son bord d'émail toujours tranchant, par le frottement même qu'elle exerce contre la dent qui lui correspond et qui est constituée d'après le même principe.

en lui-même et dans l'action même de la fonction pour laquelle il a été créé le principe de son entretien et de sa parfaite conservation.

Mâchoire inférieure. — La mâchoire inférieure est très-grande et très-lourde par rapport à l'reste de la tête : la raison de ces proportions si vastes se trouve dans la nécessité d'alvéoles profonds pour supporter les puissantes molaires dont il a déjà été question, et contenir les organes qui contribuent à leur accroissement non interrompu. C'est sans doute pour aider à supporter ce fardeau insolite de la mâchoire inférieure, conséquence de la forme des molaires, qu'a été faite cette apophyse extraordinaire et puissante qui, dans le mégathérium comme dans les paresseux, descend de l'arcade zygomatique.

Os du tronc. — Les vertèbres du cou, bien que puissantes, ont cependant peu de volume en comparaison de celles de l'extrémité opposée du corps; mais elles sont dans un rapport exact avec le volume de la tête, comparativement légère et dépourvue de défenses. La région dorsale de la colonne n'offre rien que d'ordinaire dans son volume; mais les vertèbres lombaires se font remarquer par un accroissement qui correspond à l'agrandissement énorme du bassin et des membres postérieurs; et l'extrémité des apophyses épineuses est aplatie comme si, de même que chez les tatous, elle avait été soumise à la pression d'une cuirasse.

Le sacrum est uni au bassin d'une façon particulière à cet animal, et calculée dans le but de lui donner une force extraordinaire : ses apophyses indiquent la présence de muscles très-puissants pour les mouvements de la queue. Celle-ci est formée de vertèbres énormes, dont les plus grandes ont un corps de 7 pouces en diamètre, et 20 pouces d'une extrémité à l'autre de leurs apophyses transverses. Qu'on ajoute à cela l'épaisseur des muscles et des tendons, en même temps que des téguments écailleux qui les recouvraient, et on n'hésitera pas à prononcer que la queue, en ce point où son volume était le plus considérable, n'avait pas moins de 2 pieds en diamètre et de 6 en circonférence, pourvu qu'on la suppose à peu près cylindrique, ainsi que cela s'observe chez le tatou. Au reste, des dimensions aussi vastes ne sont pas plus hors de proportion avec les parties voisines du corps que ne sont celles du même organe chez les tatous; et il est probable aussi que, comme ces derniers animaux, le mégathérium se servait de sa queue pour supporter le poids énorme de son corps et de l'armure dont il était recouvert (711). Au-dessous de ces mêmes vertèbres caudales étaient fixées aussi de fortes épines, ou os supplémentaires en chevron, qui durent ajouter beaucoup à la solidité de la queue, et la rendre d'autant plus propre à remplir cet office. Il est problable aussi qu'elle jouait un rôle formidable comme instrument de défense, ainsi que cela a lieu chez les pangolins et les crocodiles. En 1822, Sellow vit les portions d'une armure écailleuse qui avaient été trouvées près de Montevidéo, appartenant à cette partie du corps.

Les côtes sont plus compactes, plus épaisses et plus courtes que celles de l'éléphant ou du rhinocéros, et la surface supérieure convexe de quelques-unes est rugueuse et aplatie là où devait surtout porter immédiatement le poids de la cuirasse osseuse.

Extrémités antérieures. — L'omoplate offre une disposition que l'on ne rencontre que dans la seule famille des tardigrades, et l'acromion présente également, dans son articulation avec la clavicule, des conditions de force qui ne s'observent chez aucun autre animal. On y trouve en outre des arrangements insolites destinés à donner attache à des muscles des plus puissants qui avaient pour fonctions de mouvoir le bras.

La clavicule est forte et courbée à peu près comme dans un squelette humain; et la présence de cet organe dans le mégathérium, alors qu'elle manque dans l'éléphant, dans le rhinocéros et dans tous les grands ruminants, indique déjà que le membre antérieur remplissait quelque autre fonction que la locomotion. Cet os est un support fixe et solide à la cavité glénoïde de l'épaule; et il permet en outre aux membres antérieurs un mouvement de rotation analogue à celui des bras dans l'espèce humaine.

Il y a dans les diverses circonstances qui précèdent trois faits remarquablement en harmonie avec la forme et les habitudes du mégathérium : d'abord le mouvement rotatoire du bras, qui favorisait son emploi comme instrument constamment employé à fouiller le sol pour en arracher la nourriture; en second lieu, le peu de facultés de locomotion que possédait l'animal, ce qui s'explique par le peu de déplacement qu'exige la recherche d'aliments aussi inertes que le sont des racines; enfin la compensation de cette faiblesse comparative des supports antérieurs du corps par la grandeur colossale et disproportionnée des hanches et des extrémités postérieures. Dans l'éléphant, le poids énorme de la tête et des défenses exige que le cou soit court, et les membres antérieurs développés outre mesure en volume et en force; aussi, dans cet animal est-ce l'avant du corps qui prédomine pour la masse et pour la puissance; dans le mégathérium au contraire toutes les proportions sont inverses; la tête est proportionnellement petite, le cou long, et la partie antérieure du corps peu chargée en comparaison des régions postérieures. Les os de l'épaule sont disposés pour donner de la force et de la mobilité aux membres antérieurs; mais cette mobilité n'a aucun rapport avec la progression de l'animal, et cette

(711) La queue de l'éléphant est remarquablement faible et grêle, et porte à son extrémité une touffe de poils destinée à servir de chasse-mouches.

Celle de l'hippopotame n'a que quelques pouces de long, et elle est aplatie dans le sens vertical, comme pour remplir dans l'acte de la natation les fonctions d'un petit gouvernail.

force n'a pas exclusivement pour but de supporter le poids du corps. L'humérus s'articule avec l'épaule par une tête arrondie qui lui permet de se mouvoir librement dans des sens divers. Ses parties supérieures et moyennes sont faibles; mais sa partie inférieure acquiert une largeur extraordinaire par la saillie énorme des crêtes qui naissent des condyles pour l'insertion des muscles moteurs des pieds et des doigts antérieurs (712).

Le cubitus est très-large et très-solide à son extrémité supérieure, où se trouve un espace étendu pour l'insertion de muscles qui déterminent certains mouvements des pieds. Le radius tourne librement autour du cubitus, de même que dans les paresseux et les fourmiliers, lesquels font également, bien que d'une manière différente, un grand usage de leurs extrémités antérieures. Cet os offre à sa partie supérieure une cavité qui tourne autour d'une éminence arrondie de l'humérus, et une apophyse étendue qui part de sa crête longitudinale et indique combien étaient développés les muscles producteurs du mouvement rotatoire.

Les pattes antérieures doivent avoir eu environ 3 pieds de long sur plus de 12 pouces de large; et elles formaient un instrument d'une action puissante pour fouiller la terre jusqu'à la profondeur où les racines succulentes sont d'ordinaire le plus abondantes. Les pieds antérieurs posaient sur le sol dans toute leur étendue, et cette extrême longueur n'offrait que des désavantages pour les mouvements de progression; mais elle permettait que l'un des membres antérieurs agît simultanément avec les deux postérieurs et la queue pour supporter tout le poids du corps, tandis que l'autre, devenu libre, s'employait exclusivement à creuser la terre pour en retirer les aliments.

Extrémités postérieures — Les doigts des pieds antérieurs se terminent par des ongles gros et puissants et d'une grande longueur. Les os qui les supportent offrent deux parties distinctes : un axe ou noyau conique qui remplit la cavité interne de l'enveloppe cornée, et un repli osseux constituant une sorte d'étui solide destiné à recevoir et à soutenir sa base. Ces ongles prennent d'ailleurs une position oblique par rapport au sol, de la même manière que les ongles fouisseurs de la taupe; et ce dernier arrangement ajoute encore à leur puissance comme instruments destinés à creuser la terre.

Le bassin du mégathérium est d'une solidité et d'une étendue énormes. Ses immenses os iliaques sont presque à angle droit avec la colonne vertébrale, et leurs bords externes sont éloignés l'un de l'autre de plus de 5 pieds, ce qui excède de beaucoup le diamètre des hanches dans les plus grands éléphants. En outre, la crête de chacun de ces os est aplatie comme si elle eût été comprimée par le poids d'une armure. Ce volume énorme du bassin, qui, dans un animal d'une stature ordinaire et remplissant des fonctions ordinaires, n'eût été qu'un manque de proportion, et n'eût eu que des inconvénients, s'harmonisait probablement de la manière la plus complète avec l'habitude où était le mégathérium de se tenir sur trois de ses pieds, tandis qu'avec le quatrième il fouillait la terre.

Ce bassin, si extraordinaire par son poids et son étendue, présente encore une autre déviation du type commun dans la position et la direction de la cavité cotyloïde du fémur. Cette cavité se dirige d'ordinaire plus ou moins obliquement en dehors, et cette obliquité ajoute à la facilité de mouvement des membres postérieurs. Dans le mégathérium, au contraire, elle repose sur la tête du fémur dans une direction verticale, et elle est plus rapprochée de la colonne vertébrale que dans aucun autre animal. De cette particularité de position résulte une grande force pour supporter la pression verticale du corps; mais elle entraîne une diminution correspondante dans la rapidité des mouvements (713).

Cette largeur démesurée du bassin nous conduit encore à cette autre conséquence que la cavité abdominale était extrêmement vaste et contenait des viscères volumineux tels qu'il convient pour un régime végétal.

La forme et les proportions du fémur ne sont pas moins extraordinaires que celles du bassin. Cet os est au moins trois fois plus épais que dans les éléphants les plus grands, et il égale presque en largeur la moitié de sa longueur totale. Sa tête est unie au corps de l'os par un cou court et très-robuste de 22 pouces de tour, il est long de 2 pieds 4 pouces; sa circonférence, là où il est le moins épais, est de 2 pieds 2 pouces, et de 3 pieds 2 pouces dans la portion qui l'est le plus; son corps est aplati, et, par suite même de cet aplatissement, élargi à un point dont on ne trouve pas dans la nature un second exemple. Ces diverses particularités que présente le fémur paraissent avoir eu un double but. Le premier, d'obtenir une solidité extrême à l'aide de proportions courtes et massives; et, en second lieu, de compenser, au moyen de l'aplatissement dans le sens transversal, le désavantage qui résultait de la position trop interne qu'occupe la cavité par laquelle le fémur s'articule au bassin.

(712) On trouve des saillies pareilles à la partie inférieure de l'humérus chez le fourmilier qui se sert de ses pieds antérieurs pour ravager les habitations solidement construites des termites ou fourmis blanches.

(713) On trouve une autre disposition destinée à accroître la puissance de sustentation de ces diverses parties dans la manière dont l'échancrure ischiatique, qui chez la plupart des autres animaux offre un espace vide, est ici presque complétement fermée par une cloison osseuse solide résultant de l'union des apophyses de chacun des ischions avec les apophyses transverses des vertèbres sacrées.

Une dernière preuve du volume énorme et de la puissance musculaire de la cuisse et des membres postérieurs, se trouve dans les dimensions du canal du sacrum destiné au passage de la moelle épinière. Ce canal n'a pas moins de quatre pouces de diamètre, et le cordon médullaire a dû avoir sur ce point un pied de circonférence. Le volume extraordinaire des nerfs qui en naissaient, pour aller se ramifier dans les extrémités postérieures, est encore attesté par le diamètre remarquable des trous sacrés.

Les deux os de la jambe sont aussi extrêmement courts, et dans un rapport exact d'épaisseur et de solidité avec le fémur qu'ils supportent. Leur puissance s'accroît encore par cette circonstance qu'ils se soudent entre eux par leurs extrémités, soudure que, suivant Cuvier, l'on ne rencontre dans aucun autre animal, à l'exception des tatous et des chlamyphores, qui tous les deux passent leur vie à fouiller la terre pour y chercher leur nourriture.

L'articulation de la jambe postérieure avec le pied est admirablement prévue pour soutenir la masse énorme qui pèse dessus dans le sens vertical. L'astragale, ou grand os du tarse, long de 9 pouces, et haut de la même quantité, est dans un rapport exact avec l'extrémité du tibia où il s'articule, et il est supporté par un calcanéum de la longueur extraordinaire de 17 pouces, et ayant 28 pouces de circonférence. Cet os énorme appuyé sur le sol fournissait une base solide, un point d'appui inébranlable à ces masses accumulées du bassin, de la cuisse et de la jambe, dont nous venons de décrire les enchaînements et les relations. On voit, en effet, que le calcanéum occupe près de la moitié de la longueur tout entière du pied postérieur; que les os des doigts sont tous fort courts, à l'exception de la phalange terminale du pouce, qui est convertie en une énorme griffe osseuse, plus grande qu'aucune de celles des pieds antérieurs, puisqu'elle a 13 pouces de circonférence; et que le noyau qui supportait la griffe cornée n'a pas moins de 10 pouces de longueur. L'usage principal de cet angle puissant était probablement de fixer le pied solidement sur le sol.

Des extrémités construites dans des proportions aussi massives ne durent être que des instruments inertes pour une locomotion rapide; et elles nous paraîtraient bien imparfaites, si, voulant les juger, nous prenions pour termes d'appréciation les fonctions que remplissent d'ordinaire les membres chez les quadrupèdes. Mais, si nous y voyons les supports d'une créature presque sédentaire, et d'un poids extraordinaire, elles exciteront notre admiration, comme le font toutes les pièces des mécanismes animaux, lorsque nous en comprenons le but et les usages. La perfection d'un instrument ne peut s'estimer qu'en étudiant le travail qu'il doit accomplir. Le marteau et l'enclume d'un fabricant d'ancres, tout massifs qu'ils sont, n'ont pourtant rien de grossier ni d'imparfait. Ils offrent, par rapport aux travaux qu'ils doivent exécuter, des proportions tout aussi parfaites que les outils légers et délicats de l'horloger par rapport aux rouages déliés de ses chronomètres.

Armure osseuse. — Un autre caractère remarquable, qui place le mégathérium à côté des tatous et des chlamyphores, c'est l'espèce de cuirasse osseuse qui, suivant toute probabilité, recouvrait sa peau, et qui a dû varier en épaisseur depuis trois quarts de pouce à un pouce et demi, semblable à la cuirasse qui recouvre encore maintenant les édentés que nous venons de citer, habitants des mêmes contrées chaudes et sablonneuses de l'Amérique du Sud, où se rencontrent les restes du mégathérium (714).

Une enveloppe d'un poids aussi énorme n'était pas hors de proportion avec la structure générale du mégathérium. Ses membres postérieurs, véritables piliers, et sa queue colossale avaient été calculés pour lui fournir des supports proportionnés à sa masse; ses lombes et ses côtes, qui surpassent en dimension celles de l'éléphant, ne paraissent avoir été créées si puissantes que pour supporter une lourde cuirasse, comme celle dont nous supposons que son corps était revêtu (715).

Il nous reste à examiner maintenant de quelle utilité pouvait être une pareille enveloppe pour l'animal gigantesque qui, ainsi que nous venons de le voir, en était probablement revêtu. On peut observer d'abord que les organes de locomotion du mégathérium ne pouvant se prêter qu'à une progression des plus lentes, le poids de la cuirasse elle-même n'a dû apporter que peu d'obstacle à des mouvements déjà si lourds, et elle dut être une arme défensive non-seulement contre les dents et les ongles des animaux de proie, mais aussi contre ces myriades d'insectes qui fourmillent d'ordinaire dans les climats semblables à ceux où ses os ont été trouvés, et auxquels devait être exposé plus qu'aucun autre un animal obligé de chercher sa nourriture en

(714) La ressemblance qui existe entre quelques parties de cette armure fossile et celle du cachicame (*dasypus peba*) s'étend jusqu'aux détails de formes des divers compartiments tuberculeux dans lesquels ces parties sont divisées.

Dans l'un comme dans l'autre cas, l'accroissement en étendue de cette enveloppe solide a été préparé à l'avance par une disposition simple qui consiste en ce que le point central de chacune des plaques osseuses constitue un centre d'accroissement, à partir duquel les bords ne cessent de s'élargir à mesure que l'accroissement du corps nécessite celui de l'enveloppe osseuse dans laquelle il est enfermé. Le corps du mégathérium, ainsi enveloppé dans une cuirasse, ne devait pas mal ressembler à certains chariots couverts.

(715) Dans les transactions de l'Académie de Berlin, année 1830, le professeur Weis a publié la description de quelques os de mégathérium trouvés près de Montevideo avec plusieurs fragments d'armure osseuse, dont il rapporte sans hésitation la plus grande partie au mégathérium. Il y en a d'autres portions qu'il rapporte, ainsi que plusieurs ossements du même district, à des espèces différentes. On voit un pareil mélange d'ossements et de débris d'armure appartenant à des espèces diverses, qui toutes portaient une cuirasse dans la collection qu'a faite M. Parish sur des localités différentes du district au-dessus de Buénos-Ayres. Bien que l'on n'ait trouvé aucune trace d'armure avec les fragments de squelette découvert dans le lit de Salado, la surface rugueuse, élargie et aplatie d'une portion de la crête de l'ilion dans ce squelette, l'élargissement de l'extrémité des apophyses épineuses d'un grand nombre de vertèbres, ainsi que de la convexité supérieure de plusieurs côtes sur lesquelles eût été portée la cuirasse, indiquent une pression pareille à celle qui produit les mêmes effets sur les par-

fouillant sous un soleil ardent. Nous pouvons penser aussi que cette armure dut lui être utile en protégeant son dos et les parties postérieures de son corps, non-seulement contre le soleil et la pluie, mais aussi contre le sable et la poussière, qui n'eussent pas manqué de produire sur une peau nue l'irritation et les maladies (716).

Conclusion. — Nous venons d'examiner en détail le squelette d'un mammifère énorme, dont chacun des os présente des particularités qui peuvent au premier coup d'œil sembler l'œuvre d'une combinaison grossière, mais dont le secret nous devient intelligible dès que nous les étudions dans leurs relations mutuelles et dans leurs rapports avec les fonctions que doit remplir l'animal auquel ils appartiennent.

Le mégathérium excède en volume tous les édentés actuellement existants, ses plus proches voisins en organisation, beaucoup plus qu'aucun autre animal fossile ne dépasse les espèces vivantes qui lui correspondent. Il a la tête et les épaules du paresseux; ses jambes et ses pieds offrent réunis les caractères des fourmiliers, des tatous et des chlamyphores; et il avait probablement avec ces derniers un trait de ressemblance de plus dans l'existence d'une armure osseuse. Ses hanches avaient plus de 5 pieds de large; son corps était long de 12 pieds, haut de 8. Son pied était long de 3, et terminé par les ongles les plus gigantesques. Sa queue était probablement recouverte d'une armure, et plus grande que celle d'aucun autre mammifère terrestre vivant ou fossile. Un animal bâti dans des proportions aussi massives, et dans la construction duquel la matière avait été ainsi prodiguée, ne pouvait ni courir, ni sauter, ni grimper, ni se creuser des terriers sous terre, et il ne dut avoir qu'une démarche lente. Mais, qu'était-il besoin de mouvements rapides pour un être uniquement occupé à chercher des racines en creusant la terre, et qui par cela même devait à peine bouger de place? Qu'avait-il besoin de vitesse pour fuir ses ennemis, quand la nature avait revêtu son corps gigantesque d'une impénétrable cuirasse, et qu'il pouvait d'un seul coup de son pied ou de sa queue broyer le couguar ou le crocodile? A l'abri de tous les coups dans son vêtement osseux, de quel ennemi devait-il redouter les attaques, ce Léviathan des Pampas? et quelle créature plus puissante encore eût pu poursuivre sa race et l'effacer du nombre des habitants du globe?

Toute son organisation était un mécanisme colossal en rapport exact avec le travail pour lequel il avait été construit; massive et puissante comme cette besogne était lourde et pénible, elle avait été coordonnée pour être un instrument de vie et de jouissances à toute une race de quadrupèdes, laquelle, bien qu'elle ait disparu de la surface de notre planète, a laissé derrière elle d'impérissables monuments de l'habileté consommée qui avait présidé à son édification. Chaque membre, chaque fragment d'un membre est une pièce bien proportionnée d'un tout parfaitement coordonné; et, si loin qu'ils semblent s'écarter, par leurs formes et leurs proportions, de ce que sont les membres chez les autres mammifères, nous y trouvons de plus tout ce qu'il y a eu d'inépuisable et infinie variété dans les plans de la sagesse créatrice.

MÉLANGE DES SÉDIMENTS ET DES ANIMAUX MARINS ET TERRESTRES. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. III.

MÉRAY (Le docteur R.-F.). — M. Méray est auteur d'un livre intitulé : *Geos ou Histoire de la terre, de sa création, de son développement*, etc.; Paris, 1848; le tome I^er^ seul a paru. Comme tout bon cosmogoniste, c'est-à-dire comme tout savant qui a beaucoup d'imagination et moins de sens commun, M. le docteur Méray a ses idées à lui sur le chapitre de la création du monde. Nous allons faire connaître le fond de ses théories afin que le lecteur sache bien que les modernes, malgré le progrès des sciences, n'ont rien à envier à l'antiquité en fait de systèmes extravagants. Nous nous donnerons bien de garde de l'analyser; ces choses neuves doivent être présentées dans les propres termes de l'auteur.

« Nous devons admettre, et nous chercherons à prouver, que le soleil placé au centre des systèmes planétaire et stellaire, réduit maintenant à la fonction passive et facile, tout immense qu'elle soit, d'éclairer l'univers, de maintenir au moyen de l'attraction, dans des orbites qu'elles décrivent autour

ties analogues du squelette chez le tatou; et cette circonstance nous eût autorisés à prononcer que le mégathérium aussi était recouvert d'une lourde cuirasse, alors même que nous n'en eussions rencontré aucune trace près des os de cet animal sur d'autres points dans les mêmes plaines du Paraguay. Dans tous ces os aplatis, la pression ne s'annonce que sur les points précis du squelette où a dû porter immédiatement le poids de l'armure, et elle y a produit exactement les mêmes empreintes que l'on observe très-développés dans les tatous.

(716) Pour des animaux qui ne fouillent que par circonstance, et pour se creuser une habitation souterraine, tels que le blaireau, le renard et le lapin, mais qui viennent à la surface chercher leur nourriture, une armure défensive de cette nature n'eût pas été seulement sans utilité, mais elle eût même entraîné de graves inconvénients.

Les tatous et les chlamyphores sont les seuls mammifères connus qui soient revêtus d'une armure de plaques osseuses analogues à celles du mégathérium; et le fait même que cette particularité d'organisation n'a été accordée qu'à ces quelques espèces, suffit pour nous faire douter qu'elle ait eu pour unique fin de les protéger contre les animaux carnassiers et contre les insectes. Mais, comme le tatou n'obtient sa nourriture qu'en fouillant le sol desséché et sablonneux des mêmes plaines qu'habitait jadis le mégathérium; comme le chlamyphore passe sa vie presque entière dans des terriers creusés dans ce même sol, il est probable que la partie supérieure de leur corps reçoit de la cuirasse cette même protection contre le sable et la poussière dont nous avons parlé à propos du mégathérium. Les pangolins sont recouverts d'une armure de nature différente, composée d'écailles cornées mobiles, et dans la composition desquelles il n'entre aucune substance osseuse.

de lui, les différentes planètes, nous devons admettre, disons-nous, que le soleil avait reçu de son créateur une mission plus importante encore, plus active, qu'il paraît avoir définitivement remplie conformément aux vues de la divinité. Nous voulons parler de la mission de reproduire et de multiplier son élément propre et de l'appliquer à la formation des corps célestes, tâche qu'il a exécutée avec une largesse et une magnificence dignes de la volonté divine. Aussi devons-nous considérer ce grand astre comme l'auteur, le réparateur de toute la matière ignée répandue dans l'espace, tantôt à l'état de pureté, comme dans les comètes, tantôt, comme dans les planètes, à l'état de conjonction avec un second élément qui la modifie complétement en travaillant à son extinction, et qui la contraint, avant que de l'éteindre, pendant les différentes phases d'extinction, à poursuivre l'œuvre d'organisation pour laquelle la main divine l'a tirée du néant, œuvre que nous voyons s'exécuter sous nos yeux, à la surface de notre globe. » (P. 60.)

Cet élément, c'est l'eau.

. . . . . .

« Une chose digne de remarque, c'est que, de tous les corps de la nature, l'eau est le seul qui ait été originairement solide; tous ont commencé par être liquides avant que de se solidifier. Ainsi, les animaux, les végétaux, les minéraux, les métaux les plus denses et les plus durs ont subi cette transition d'état. La solidité est incontestablement l'état originel de l'eau; et telle que nous la voyons dans nos mers, dans nos fleuves et dans nos rivières, elle est combinée avec le calorique, elle est dégénérée de sa pureté native et, en quelque sorte, virginale; elle est polluée par la pénétration de ce fluide, par ses attouchements moléculaires et fécondée par sa promiscuité. Aussi, vouloir que dans cette dernière condition l'eau soit à son état naturel, serait aussi peu raisonnable que de vouloir que la lave refroidie nous représentât le feu primitif, l'élément igné.

« Par une antithèse soutenue, dont Dieu a rattaché les conséquences à leur destination et à leur emploi, ces deux corps, le feu et l'eau, en perdant leur forme et leur consistance originelles, conservent néanmoins les qualités de solide et de liquide; seulement ils les échangent entre eux, de telle façon que les propriétés innées de l'un deviennent les propriétés acquises de l'autre: ce qui tend à nous prouver que la nature ne saurait rien faire avec un solide ou avec un liquide, isolé l'un de l'autre. Ainsi, à l'état originel, l'un se montre d'une ardeur dévorante, l'autre est froid; l'un présente la coloration la plus éclatante, l'autre est incolore; celui-ci est agité, il bouillonne à sa surface, la lune est inanimée, on ne reconnaît à sa surface aucun mouvement moléculaire, tout y est dans un repos absolu; celui-ci tend à la dilatation au moyen du fluide abondant qu'il dégage, celui-là tend à la contraction et ne dégage aucun fluide. Suivons-les dans leur transformation la plus avancée, et nous retrouvons les mêmes règles de l'antithèse. L'un se refroidit, tandis que l'autre s'échauffe; l'un, par ce changement de température, devient solide, l'autre liquide; l'un devient noir et opaque, l'autre brillant et diaphane; l'un perd sa force active, son mouvement moléculaire cesse, l'autre perd son inertie, chacune de ses molécules est agitée d'un mouvement continuel. Il est donc juste et raisonnable de dire que l'état liquide du feu et que l'état solide de l'eau sont des conditions nécessaires pour élever ces corps élémentaires à leur plus haute puissance, telle que Dieu seul eût pu jamais la leur départir.

« De même que le soleil est le réservoir de toute la matière ignée, de celle qui est entrée dans la formation simple des comètes et dans la formation binaire des planètes, tant anciennes que contemporaines, de même la lune est le réservoir dans lequel la main du divin Créateur a accumulé, sous la forme solide, l'élément aqueux qui a fourni le contingent nécessaire à la création de toutes les planètes et de leurs satellites. Aussi est-ce bien à tort qu'on a avancé que la lune n'est que le satellite de la planète que nous habitons. L'auteur de la nature lui avait réservé la mission plus noble, plus élevée, moins secondaire, de concourir à l'organisation de l'univers, fonction qu'elle a remplie largement, au détriment de la masse et de la puissance de son principe. (P. 93).

. . . . . .

« L'eau et le feu sont les seuls agents dont la force connue puisse être en rapport avec les effets prodigieux que présente la surface des planètes et avec les actions subterranéennes que nous y étudierons. L'action séparée de l'un ou de l'autre a son caractère particulier, très-reconnaissable; mais la réunion de ces deux agents crée une force particulière dont l'énergie est, en quelque sorte, illimitée, et que nous sommes encore bien loin de connaître entièrement. Ces phénomènes incontestables d'organisation planétaire nous expliquent parfaitement pourquoi la mer se trouve toujours voisine des volcans. De ce voisinage, elle semble prête à fondre encore une fois sur son antagoniste, s'il menaçait de recouvrer une prédominance qu'elle lui a depuis longtemps ravie, celle qui domine et régit les destinées de notre planète et de tous les corps célestes binaires.

« Cette attraction particulière de la lune sur l'élément aqueux de notre planète indique bien évidemment la dérivation, la filiation spéciale de celui-là et l'affinité élémentaire qui existe entre les deux principes aqueux, qui semblent, par cet effet, chercher à se porter l'un vers l'autre. Nous parlerons plus longuement de ce phénomène remarquable que nous ne citons ici que pour le faire servir à étayer notre opinion sur la constitution matérielle de la lune. Nous démontrerons aussi, plus loin, que la même tendance attractive s'exerce entre le soleil et le feu central de notre planète, d'où résulte le phénomène de la chaleur de notre

atmosphère, qu'on a attribuée jusqu'ici, par suite de la routine, à l'action immédiate des rayons solaires.

« On nous demandera, sans doute, si nous pensons que la lune soit la seule source dont la nature ait tiré tout l'élément aqueux qu'elle a introduit dans la composition des planètes, tant anciennes que contemporaines? Nous le pensons, et nous présumons en conséquence que cet astre a dû, en sortant des mains du Créateur, posséder une puissance de volume et d'action bien supérieure à celle que nous lui voyons aujourd'hui; qu'il a dû occuper dans l'espace céleste un lieu plus rapproché du soleil, assez distant cependant pour être à l'abri de l'action fondante de ses rayons calorifiques qui auraient alors interverti la nature de son élément, en détruisant la solidité de sa substance. Nous pensons même que la lune, ce grand ovaire de la nature, épuisée par ses nombreuses coopérations fécondantes, a quitté le champ où s'opérait cette grande œuvre, attirée qu'elle était, par une sorte de prédilection, vers une de ses dernières émanations, notre planète, dont elle a ainsi assuré le développement et la brillante organisation; que la terre est une de ses dernières productions, ainsi que Vénus, Mercure, et sans doute aussi quelques autres planètes que leur exiguïté dérobe à nos investigations. Nous pensons, en outre, que la lune, à l'état d'amoindrissement et de caducité où elle se trouve, refuse tout concours de promiscuité avec son splendide époux, à l'attraction duquel elle semble se soustraire par son éloignement, pour protéger, par une véritable sollicitude maternelle, l'un des plus faibles peut-être de leurs nombreux produits, mais à coup sûr le mieux réussi, la planète que nous habitons.

« Voilà certainement, sur la constitution des corps célestes, tant élémentaires que composés, des idées dont l'étrange nouveauté, à laquelle n'est pas habituée la science, va soulever les dédains, sinon les railleries des philosophes du siècle, penseurs d'un jour, que l'ambition de la renommée, des honneurs et des richesses, agite infiniment plus que les nombreuses vérités qui restent à découvrir dans la nature. Ainsi, pour ne parler que de l'astre dont nous venons de nous occuper, tous nos devanciers ayant dit : *La lune est une planète, la lune est le satellite de la terre :* les contemporains ont répété : *La lune est une planète, la lune est le satellite de la terre.* Ces définitions vagues n'enseignent rien; elles n'apprennent ni quels sont les éléments constitutifs d'une planète, ni quels sont ceux d'un satellite. Aussi, vivons-nous dans une ignorance absolue des premiers principes des corps célestes, simples et composés; et cependant, il est donné à l'intelligence humaine d'espérer mettre un terme à cette ignorance par une voie aussi sûre que facile. Il s'agit uniquement d'étudier et d'analyser les éléments de notre planète, qui doivent se trouver identiquement les mêmes que ceux des autres corps célestes, et de dire : *Ab uno disce omnes.*

Ce que nous tenons pour certain, c'est que la lune n'est point une planète, car les planètes obéissent toutes au soleil et décrivent, toutes, des orbites appréciables autour de ce grand principe, tandis que la lune gravite vers la terre, tourne autour d'elle en la suivant dans le cercle qu'elle décrit autour du soleil; et si elle tourne autour du soleil, ce n'est que pour ne point quitter la terre. Sa gravitation et l'attraction qu'elle exerce sur les eaux terrestres, sont les seules forces qui paraissent spontanées, innées ou essentielles à la lune.

« Nous n'osons pas espérer, conséquemment, que la science s'arrête un instant sur la nouveauté plus ou moins judicieuse de nos opinions. Aussi simples que la nature à qui elles sont appliquées, elles manquent de cet appui trop souvent illusoire et mensonger que prête à toute théorie savante la couleur scientifique qui résulte de la précision numérique. Quoi qu'il advienne, nous ne persisterons pas moins à croire que cette substance blanche qu'on a comparée à du diamant, que cette surface hérissée de montagnes, douée de réflection, de transparence sur ses bords, que nous présente la lune, soit de la glace, forme élémentaire de l'eau qui entre dans la composition des planètes. Le puissant Créateur de toutes choses a accumulé dans ce corps céleste cette substance, sous une consistance dense et compacte, qui rend ce corps plus propre au mouvement : sa volonté, qui est la seule cause de toutes les causes, en a fait un principe élémentaire, destiné à servir de correctif à la turbulente et aveugle énergie du feu, pour l'organisation des planètes, destiné à modérer ses actions excentriques, à rectifier ses désordres incompatibles avec toute organisation, en un mot, à le rendre apte à la production et à l'entretien des êtres nombreux qui habitent les brillantes demeures disséminées dans l'espace. » (P. 97.)

. . . . . .

« L'attraction étant élevée à sa plus haute puissance et à son dernier degré de tension entre les deux principes, solaire et lunaire, dont l'un jouissait de toute son ardeur primitive et l'autre de toute l'influence que lui donnait sa masse alors intacte et complète, la fonction procréatrice a dû s'exécuter, dans ces premières périodes, avec une vigueur et une fécondité proportionnées à cette double énergie. C'est alors que fut facilement érigée cette loi qui domine l'action génératrice, dans toutes les espèces, loi qui impose l'initiative d'action au principe mâle ou positif, tandis que le principe négatif attend, plein d'une inerte soumission, le contact prolifique.

« Ainsi, comme tout, dans nos explications subséquentes, tendra à le démontrer, le principe solaire a procédé en lançant, par une véritable scission éjaculatrice, une masse de son essence ignée surabondante alors contre le principe aqueux lunaire. L'étincelle solaire éjaculée, attirée par la masse aqueuse plus considérable qu'elle, l'a heurtée,

a pénétré dans sa substance, s'en est entourée, et, après ce résultat, par la puissance même de ce résultat, elle a été repoussée dans le champ céleste, entraînant, avec elle, l'objet de sa concupiscence et de son attraction, c'est-à-dire un fragment lunaire, ovule détaché du grand ovaire de la nature. Alors cette masse hétérogène, engendrée par la promiscuité des émanations des éléments primitifs, a roulé dans l'espace oxygéné, jusqu'à ce qu'ayant déplacé une masse d'oxygène, égal à son volume diminué d'un poids égal à celui du volume de l'oxygène déplacé, elle se soit trouvée entourée d'une résistance équivalente de tous les côtés, soutenue, maintenue ainsi en un juste équilibre, et formant l'embryon d'une planète qui devra occuper un point déterminé du firmament, et parcourir l'orbite assignée par l'attraction solaire. Ainsi s'est exécutée la conjonction luni-solaire; ainsi s'est opérée la fécondation primordiale qui a produit la première, aussi bien que la dernière des planètes.

« Tel est, comme tout le confirme, le procédé de multiplication, le mécanisme générateur que la nature a mis en usage, dans tous les temps et dans tous les lieux, pour la propagation successive de ses œuvres. Telle est, à n'en pas douter, la fonction qu'elle a instituée, dès le début de ses travaux, alors qu'elle n'était occupée que de la propagation des corps planétaires et que les cieux seuls étaient animés, qu'eux seuls se trouvaient habités par les astres nombreux qui y prenaient naissance. Le firmament était alors le seul et immense empire où la nature exerçât sa puissante action, bien avant que les mondes qui s'y meuvent n'eussent vu, après des siècles nombreux, leurs surfaces peuplées d'êtres organisés se reproduisant eux-mêmes par un procédé analogue. Qu'il nous soit permis de conclure ainsi, du petit au grand, du terrestre au céleste, du connu au moins connu; la nature des causes, l'exécution des résultats et l'observation des effets ne s'opposent nullement à cette parité d'actions. (P. 139.)

. . . . . .

« Pouvons-nous rationnellement appliquer aux étoiles fixes l'uniformité binaire propre à la constitution des planètes, et avancer que ces étoiles aient été identiquement conformées par le feu solaire et par la glace lunaire? Nous le pensons, avec d'autant plus de fondement, que leur éclat et leur immobilité nous portent à les considérer comme de vieilles planètes arrivées à un état de décomposition qui fournirait la matière des nébulosités dont ces corps sont entourés. Nous espérons que ces raisonnements et nos explications auront pour résultat d'en convaincre. » (P. 246.)

Nous pensons que le lecteur nous dispensera facilement de lui produire ces raisonnements et ces explications de l'auteur de la *Théorie astrogamique*.

MERVEILLES DE L'ORGANISATION DES ENCRINITES. *Voyez* ENCRINITE.

MESOPOTAMIE ou berceau des premiers hommes, *appartient aux formations crétacée et tertiaire.* — *Voyez* MAUPIED.

METAUX, *leur formation.* *Voyez* VEINES MÉTALLIFÈRES. — *Vues de la Providence dans la formation et la distribution des métaux.* — *Voyez* ibid. — *Leur histoire et minerai.* — *Voyez l'Introduction.*

MEULIERES. *Voyez* FALUNIEN.

MICHELL. *Voyez* GÉOLOGIE.

MILIEUX D'EXISTENCE DES ANIMAUX FOSSILES DANS LES AGES GÉOLOGIQUES. *Voyez* PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE.

MINERAIS. *Voyez l'Introduction.*

MINERAUX. *Voyez l'Introduction.*

MODIFICATIONS DE LA COQUILLE DANS LA MÊME ESPÈCE DE MOLLUSQUE. *Voyez* ANIMAUX MARINS.

MOIGNO (M. l'abbé). *Voyez* NÉBULEUSES.

MOISE, *but du récit de la création.* — *Voyez* BUCKLAND. — *Son récit de la création interprété.* *Voyez* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN), BUCKLAND, DESDOUITS, MONTBRON, MARCEL DE SERRES, GODEFROY, MAUPIED, CHAUBARD, DEBREYNE, etc. JOURS-PÉRIODES, etc.

MOLECULES. *Voyez l'Introduction.*

MOLLASSES. *Voyez* FALUNIEN.

MOLLUSQUES. — Les mollusques constituent le troisième embranchement du règne animal dans la classification de Cuvier. Point de squelette intérieur ni extérieur, articulé ou annelé. Le corps de ces animaux est mou, recouvert d'une peau flexible, contractile, dans ou sur laquelle se forment des plaques cornées ou calcaires, qu'on nomme *coquilles*. Leurs principaux organes sont pairs et symétriques; ils affectent le plus souvent, dans leur ensemble, une disposition courbe, de manière à rapprocher la bouche de l'extrémité opposée.

Les coquilles sont, dans la plupart des cas, externes, à moitié internes ou dermales, placées dans un repli du manteau, mais communiquant, par une petite partie, avec l'élément ambiant; elles sont totalement dermales, renfermées entre les couches du derme. Malgré la différence de leur position interne ou externe, les coquilles se forment et s'accroissent suivant les mêmes lois. On peut diviser ce mode de formation en trois catégories, suivant que les molécules calcaires viennent se placer sur leur pourtour seulement, sur toutes leurs parties internes ou sur toutes leurs parties externes.

Une fois le *nucleus* formé, l'accroissement des coquilles a lieu par la juxtaposition de molécules calcaires plus ou moins chargées de parties animales, par lames ou par couches obliques, en dedans de l'épiderme, et successivement les unes sur le bord et en dedans des autres. Le bord du manteau ou du collier est l'organe qui dépose ces lames pendant toute la durée de l'accroissement. C'est ainsi que se forment et s'accroissent constamment, par le bord, les couches extérieures feuilletées, obliques, des coquilles qui contiennent les couleurs chez les céphalopodes, les gastéropodes et les acéphales. On peut, du reste, toujours les reconnaître, dans la fossilisation, par exemple, parce qu'elles se détachent des autres, et dans le test extérieur de beaucoup de coquilles. Nous

désignerons ces couches sous le nom de couches *dermales*.

Indépendamment de cet accroissement par les couches dermales obliques et concentriques, les coquilles s'épaississent encore constamment, sur toutes les parties internes, par des couches que nous appellerons *intérieures*. Plus serrées, plus minces que les couches dermales, les couches intérieures sont formées de lames qui suivent les contours intérieurs de la coquille, et ne sont plus déposées seulement par le bord du manteau, mais bien par toute sa surface et par les muscles mêmes. Ces couches, toujours distinctes des premières et s'en séparant facilement, soit par la calcination, soit par la fossilisation, sont de deux natures différentes. Les plus ordinaires sont souvent incolores ; tout en leur ressemblant beaucoup, elles sont d'un tissu plus serré, plus compacte que les couches dermales. Elles forment, enduisent et polissent toutes les callosités intérieures, et de plus ces encroûtements intérieurs si remarquables des *hippopodium*, ou encore ces espèces de cloisons successives qu'on remarque dans l'intérieur de la spire de quelques gastéropodes, cloisons ou épaississements qui remplissent le commencement de la coquille, à mesure que l'animal, augmentant toujours par le bord, son enveloppe extérieure s'éloigne trop du principe de la spire pour en occuper l'extrémité.

Les couches intérieures les plus remarquables sont, sans contredit, ces dépôts chatoyants, nacrés ou irisés, déposés par lames horizontales, qui tapissent l'intérieur de beaucoup de coquilles, dont les couches dermales sont blanches, mates ou colorées, mais jamais nacrées. On doit encore à ces couches nacrées les cloisons aériennes des *nautilus*, des *ammonites*.

Toutes les coquilles, tandis qu'elles s'accroissent par le bord au moyen des couches dermales, se consolident, s'épaississent en dedans, sur tous les points, par leurs couches intérieures.

Le troisième mode de consolidation des coquilles, par leurs parties externes seulement, est le plus exceptionnel. Il a lieu principalement chez les genres qui ont une coquille dermale cachée dans les téguments, dont le test se couvre, en dessus, de granulations postérieures à son accroissement. On le retrouve plus rarement chez les mollusques pourvus d'une coquille extèrne, où, par exemple, un ou deux lobes du manteau viennent déposer, sur la coquille complétement formée, des couches très-minces, polies, brillantes, qui tendent à l'épaissir constamment (les *cypræa*). On le retrouve encore chez l'*argonauta*, où les bras palmés, remplissant les fonctions ordinaires du manteau, déposent autant de parties calcaires en dehors qu'en dedans de la coquille. Nous désignerons ce mode d'encroûtement par le nom de *couches extérieures*. Souvent elles se déposent simultanément avec les deux autres.

En résumé, la coquille externe ou interne étant le produit d'une sécrétion mucoso-calcaire déposée entre le réseau vasculaire et l'épiderme, tous ses points internes recouvrant l'être qui la porte ou même y adhérant, elle est certainement une partie intégrante de l'animal. Ce fait admis, la coquille doit, dans certaines limites, reproduire extérieurement ou intérieurement les formes des mollusques et leurs caractères organiques. En effet, on la voit se modeler sur le manteau et en prendre la forme, ainsi que celle des muscles. Lorsque le manteau est ovale, elle l'est aussi. Lorsque le manteau se contourne en spirale ou lorsqu'il est conique, la coquille le suit extérieurement et intérieurement. Lorsque le manteau forme deux lobes latéraux, il y a deux coquilles symétriques, dans le cas où ces lobes sont égaux, et deux coquilles inégales dans le cas où ils sont inégaux. Lorsqu'enfin quelques parties n'ont pas été recouvertes par les deux coquilles, qu'on appelle alors *valves*, un plus grand nombre de pièces testacées devient nécessaire pour les protéger. Indépendamment de ces pièces testacées, qu'on nomme coquilles et qui dépendent du manteau, il en est de moins importantes fixées au pied. Ces pièces testacées ou cornées, toujours médiocres, ont été, d'après leurs fonctions, nommées *opercules*.

Suivant sa position, sa forme générale extérieure ou intérieure, la coquille change de fonctions dans l'organisme des mollusques. Externe, elle est presque toujours un corps protecteur, soit de l'ensemble de l'animal, soit d'une ou de plusieurs de ses parties. En effet, quand elle se trouve assez grande pour loger l'animal contracté, qu'elle soit spirale, conique, composée d'une pièce ou de deux, elle sert évidemment à le soustraire aux atteintes extérieures auxquelles l'expose sa nature mollasse. Rudimentaire seulement, elle en protége les branchies ou les parties les plus délicates.

Placée au milieu des téguments, la coquille interne ne peut conserver les mêmes fonctions. Par sa position longitudinale, elle doit soutenir la masse charnue, comme les os des mammifères ; donner à l'animal des points d'appui dans la contraction musculaire, et dès lors plus de force dans sa natation.

La singulière disposition des loges aériennes que présente l'intérieur de quelques coquilles dénote encore d'autres fonctions que nous décrirons avec détail, en parlant des céphalopodes. Ces fonctions sont des moyens d'allége donnés par la nature à tous les animaux, pour rétablir l'équilibre et les rendre plus légers, par l'addition de nouvelles loges aériennes, au fur et à mesure qu'ils grandissent et que leur corps se développe. Elles sont analogues à celles de la vessie natatoire des poissons.

Dans presque tous les cas, la coquille remplit des fonctions très-compliquées ; si, par son extension, elle abrite l'animal ; si, par ses loges aériennes, elle fait l'office d'allége, il est certain que, par les différents muscles qui s'y rattachent, elle sert encore de point d'appui, de centre de mouvement. C'est, en effet, sur la paroi interne des coquilles que

s'insèrent les leviers puissants qui servent, dans la contraction, à fermer si brusquement une coquille bivalve, ou à rapprocher l'opercule de l'ouverture des coquilles spirales, afin de garantir l'animal des atteintes extérieures. C'est aussi sur les coquilles que portent les points d'appui de contraction des bivalves, et de presque toutes les parties des gastéropodes.

La coquille étant, comme on le voit, non-seulement un corps protecteur, mais encore un point d'appui du mouvement, on doit croire qu'elle se façonne sur l'animal de manière à en reproduire toutes les parties. C'est, en effet, ce qu'on observe presque toujours. Certaines coquilles ont, à leur partie antérieure, un canal proportionné au tube respiratoire qui en sort; certaines autres ont un bâillement du côté anal, pour le passage de l'énorme siphon dont elles sont pourvues; d'autres ont, pour le passage de leur pied volumineux, une ouverture buccale entre leurs valves.

Période embryonnaire des coquilles. — Les coquilles étant une partie toujours appréciable de l'organisation des mollusques, et se conservant dans les couches terrestres de toutes les époques de l'animalisation de notre planète, demandent une attention d'autant plus particulière, que leur étude plus ou moins complète peut compromettre les déductions générales qu'on en pourrait tirer. La coquille se forme quelquefois après que le jeune mollusque est sorti de son œuf; des mollusques pourvus de coquille à la sortie de l'œuf la perdent plus tard, tandis que le plus grand nombre des mollusques munis de coquille l'ont déjà formée à la sortie de l'œuf, et la conservent, la façonnent de différentes manières, tout le temps de leur vie. Pour bien faire comprendre les changements apportés par l'âge embryonnaire, nous croyons devoir les diviser en trois catégories : 1° suivant qu'ils modifient la forme de cette coquille, 2° suivant qu'ils montrent des ornements qui disparaissent dans l'âge adulte, ou 3° enfin, suivant que ces ornements sont plus simples à cette période que plus tard.

Les coquilles dont l'âge embryonnaire diffère complétement de l'âge adulte sont infiniment plus nombreuses qu'on ne pourrait le croire. Des coquilles sont libres dans le jeune âge et fixées dans l'âge adulte (*vermetus*, *hinnites*, etc.). Celles-ci sont, dès lors, infiniment plus régulières à cette première période que dans le reste de leur accroissement, où leur fixité les oblige à subir toutes les conséquences de la localité où elles se trouvent, qu'elles soient fixées par l'animal, par la coquille, ou qu'elles soient retenues dans une cavité qu'elles creusent. Parmi les coquilles libres, l'âge embryonnaire ou le *nucleus* est surtout très-remarquable chez beaucoup de gastéropodes et de nucléobranches. Dans certains cas, par une bizarrerie singulière, au lieu de suivre, dans sa spire, un seul axe d'enroulement; ce nucleus en change tout à fait avec l'accroissement. Il est d'abord, par exemple, suivant une verticale; mais, à l'instant où il laisse l'âge embryonnaire, il prend subitement une autre direction, et l'axe nouveau de cet enroulement forme, avec le premier, un angle de 90°, qui se continue ensuite durant toute la vie de l'animal (*turbonilla*). D'autres fois, ce nucleus, long, turriculé, formé de tours nombreux d'un enroulement oblique, abandonne tout de suite ce mode d'accroissement pour s'enrouler sur le même plan. Dans quelques autres circonstances, le nucleus, contourné en spirale latérale, s'évase plus tard et forme une coquille en capuchon, à côtés égaux (*capulus*), ou bien une coquille qui continue à s'enrouler latéralement, mais s'élargit tout à coup d'une manière extraordinaire, et devient bien différente de celle du jeune âge. Il reste enfin une multitude de coquilles dont le nucleus, sans montrer d'aussi grandes différences, est pourtant bien distinct du reste de la coquille, qu'il soit plus allongé que le reste ou que ses tours soient plus rentrés et forment un angle plus ouvert. Certaines coquilles commencent encore par un cône étroit et aigu, qui devient caduc et tombe, lorsque la coquille adulte, changeant de forme, a pris un aspect tout différent (*cuvieria*).

Les coquilles dont l'âge embryonnaire montre des ornements extérieurs, qui disparaissent plus tard, sont plus nombreuses que les premières, et appartiennent à toutes les classes. On les retrouve, en effet, chez des céphalopodes, où la coquille commence par avoir des stries, des côtes, qui disparaissent dans l'accroissement. Beaucoup de gastéropodes sont aussi dans le même cas, ainsi qu'un grand nombre de bivalves ou d'acéphales.

Les coquilles dont l'âge embryonnaire est plus simple dans ses ornements extérieurs que le reste de l'accroissement forment, néanmoins, le plus grand nombre. C'est, en effet, on pourrait le dire, la règle générale, quand les autres ne sont que l'exception. On retrouve ce caractère chez presque tous les céphalopodes où la coquille est lisse, unie, quand même, plus tard, elle serait plus ou moins carénée et surchargée d'ornements. On le voit dans les coquilles de quelques nucléobranches, dans une multitude de gastéropodes et chez des acéphales.

Dans tous les cas, que l'âge embryonnaire des coquilles apporte plus ou moins de changement dans les formes, ou seulement dans les ornements extérieurs, ce changement n'est pas toujours le même. Lorsque ces modifications appartiennent à l'embryon, quand il était dans l'œuf, elles forment une partie distincte du reste de la coquille, circonscrite par un bourrelet ou par un sillon, qu'elles dépendent des différentes familles de gastéropodes ou d'acéphales. Alors, cette première modification, ce premier âge, peut recevoir le nom spécial de *nucleus;* mais, lorsque ces modifications sont postérieures à la sortie de l'œuf, elles ne sont marquées, sur la coquille, par aucun point d'arrêt dans l'accroissement. C'est, du reste, ce qui a lieu chez les céphalopodes, chez beaucoup de gastéropodes et d'acéphales. On retrouve

quelquefois le nucleus distinct, et, de plus, un accroissement postérieur également différent du reste. Cette circonstance s'est montrée principalement chez des gastéropodes et des acéphales.

Période d'accroissement des coquilles. — L'accroissement des coquilles peut être envisagé de deux manières : il est limité, ou pour ainsi dire indéfini, en ce sens qu'il dure tant que l'animal existe.

L'accroissement est limité principalement chez les gastéropodes. Il s'arrête effectivement pour toujours, lorsque certaines coquilles terrestres forment ce bourrelet qui entoure son ouverture, ce qui l'a fait nommer *péristome*. Il est encore limité quand d'autres coquilles marines forment leur bourrelet unique qui circonscrit la bouche, ou quand elles épaississent leur ouverture, soit par un rebord recourbé en dedans, soit par des digitations plus ou moins nombreuses, combinées avec l'épaississement général de ce bord.

L'accroissement des coquilles est souvent illimité chez les mollusques. On voit, par exemple, les céphalopodes croître tant qu'ils existent. Un nombre considérable de gastéropodes de tous les ordres sont dans le même cas, et tous les acéphales, sans exception, semblent suivre cette marche.

Parmi les coquilles dont l'accroissement dure tout le temps de l'existence, il en est chez lesquelles il est régulier, et pour ainsi dire uniforme, pendant toute la vie, comme on peut le remarquer parmi les céphalopodes, les gastéropodes et les acéphales; mais il en est aussi chez lesquelles il admet des temps d'arrêt ou de repos. C'est, en effet, alors que se forment ces bourrelets, ces sillons espacés qui marquent les anciennes bouches de quelques ammonites. Ces bourrelets, également anciennes bouches, soit irrégulièrement espacés, soit sur trois faces, soit enfin alternes, qu'on remarque chez une infinité de gastéropodes, on pourrait même les retrouver dans les lames successives espacées de certaines bivalves.

Ces points d'arrêt momentanés ou définitifs pourraient fort bien être en rapport avec des périodes de reproduction et d'accouplement. On doit au moins le croire pour les coquilles des ammonites, toujours assez minces, et pour un nombre considérable de gastéropodes, chez qui la coquille est, dans l'intervalle de chaque bourrelet, si fragile qu'elle ne pourrait, sans se briser, se rapprocher d'autres corps durs ou se mettre en contact immédiat avec eux.

Dans les coquilles dont l'accroissement est limité, elles grandissent pendant un temps plus ou moins long, suivant les espèces, avant d'atteindre le *summum* de leur taille. Pendant cet accroissement, elles laissent peu à peu leurs ornements, leurs côtes, leurs stries pour les espèces qui doivent devenir plus simples, ou elles les prennent pour celles qui doivent être plus compliquées. Enfin, les unes devenues lisses, les autres, s'étant chargées d'ornements plus ou moins variés, toutes atteignent leur grande taille. L'animal forme alors, comme nous l'avons dit, un bourrelet, des digitations ou diverses excroissances, selon les genres et les espèces, et ne grandit plus. Pendant le reste de son existence, ce rebord se renforce, la coquille s'épaissit ou de nouvelles couches se déposent sur les expansions ou digitations de ses bords.

Dans les coquilles dont l'accroissement est illimité, les choses se passent autrement. On voit, chez les ammonites, par exemple, succéder à la coquille lisse, les tubercules, les côtes, la carène, qui se marquent de plus en plus, pendant un temps plus ou moins long. Le même phénomène a lieu aussi chez quelques nautiles, tandis qu'au contraire d'autres perdent les ornements du jeune âge pour devenir plus simples. Quelques gastéropodes et des acéphales offrent encore des changements analogues, soit en s'ornant davantage, soit en se simplifiant. Il est à remarquer que, chez les gastéropodes, les ornements s'accusent en général d'autant plus fortement que les coquilles sont plus âgées.

Période de dégénérescence dans l'accroissement des coquilles. — La période de dégénérescence est surtout très-marquée chez les céphalopodes, où, par exemple, les côtes ou les tubercules latéraux s'éloignent, s'abaissent, disparaissent enfin, à mesure que la coquille s'accroît, et finissent par s'effacer entièrement, laissant alors la coquille aussi lisse dans son dernier tour que dans son état embryonnaire. La période de dégénérescence est rare chez les gastéropodes; car on ne peut appeler ainsi l'instant où, limitées dans leur accroissement, les coquilles ne font plus qu'épaissir au lieu de grandir. Elle est aussi rarement marquée chez des acéphales.

Variations naturelles des coquilles déterminées par les sexes. — Cette série de variations ne peut exister que chez les céphalopodes ou chez les gastéropodes à sexes séparés; aussi est-elle exceptionnelle chez les mollusques; néanmoins, comme elle joue quelquefois un grand rôle, nous croyons devoir en parler ici. Les variations de ce genre amènent seulement une grande largeur dans la coquille des femelles, sans que les ornements extérieurs changent beaucoup. Les osselets cornés internes de certains céphalopodes en montrent un exemple. Nous avons également remarqué ce fait dans les rostres des bélemnites; et ce caractère est très-visible surtout chez les ammonites. On le retrouve encore dans la coquille de quelques gastéropodes; mais le cas est rare.

Variations pathologiques des coquilles. — Les cas pathologiques doivent entrer quelquefois dans les causes d'erreur, lorsqu'il s'agit de la détermination des espèces. Ils se montrent, en effet, sous toutes les formes, suivant les classes. Chez les céphalopodes, des accidents produits par une blessure ont changé l'extrémité des rostres des bélemnites, ou même ont été assez extraordinaires pour servir à l'établissement de

genres distincts. D'autres blessures amènent des modifications très-remarquables dans les ornements extérieurs des ammonites. Chez les gastéropodes, ces modifications changent quelquefois l'aspect des coquilles. La spire, par exemple, au lieu de suivre l'enroulement des autres individus de l'espèce, se contourne du côté opposé. D'autres fois, au lieu d'avoir l'angle spiral ordinaire à l'espèce, cette spire se détache, s'allonge plus ou moins et ne ressemble plus à celle des autres individus. Ces variations, assez communes chez les coquilles terrestres, sont rares chez les coquilles marines. On voit encore dans cette classe les résultats des blessures du manteau, qui laissent toujours des traces sur la coquille. Sans que ce soient précisément des cas pathologiques, on peut considérer comme des déformations ces accidents si nombreux des coquilles fixées par leur byssus ou par leur test, qui, gênées dans leur accroissement, prennent des formes bizarres déterminées soit par la place restreinte qui leur reste pour s'étendre, soit par les corps sur lesquels elles se moulent et dont elles reproduisent tous les ornements extérieurs.

Variations naturelles des coquilles déterminées par l'influence locale et par les possibilités vitales. — Les variations déterminées par l'habitat des coquilles sont immenses et peuvent souvent tromper l'observateur superficiel. Cette influence se montre dans les limites d'accroissement, dans les ornements extérieurs, ou même dans la forme et l'épaisseur des coquilles.

Les coquilles libres subissent de toutes les manières l'influence des lieux. On voit, par exemple, telle espèce terrestres ou d'eau salée, dont l'accroissement est limité, devenir fréquemment, suivant que les localités sont plus ou moins propices à son accroissement, plus grande du double en un lieu que dans un autre. La taille est donc loin de présenter un caractère constant. Quelquefois telles coquilles qui, par suite de leur tranquille accroissement, prennent dans une localité des ornements très-marqués, en manquent lorsqu'elles ont, au contraire, à lutter contre l'action incessante de la houle. Cette influence se remarque dans une foule de coquilles marines, parmi les gastéropodes et surtout parmi les acéphales, où la même espèce, prise dans une baie tranquille, dans un marais, est toute différente par ses côtes, par ses stries, et par l'épaisseur de la coquille, de ce qu'elle est sur une plage battue de la vague. On voit encore ces modifications se prononcer sur les espèces terrestres.

Si les coquilles libres, qui dès lors peuvent, jusqu'à certaines limites, choisir des conditions favorables d'existence, sont sujettes à une foule de modifications, ces modifications deviendront d'autant plus fortes chez les coquilles fixées au sol, soit par leur animal, soit par leur coquille. Nous avons reconnu que, suivant l'espace que trouve telle espèce pour s'accroître, elle est large, demi-sphérique, longue et déprimée, ou bien étroite et très-haute. Nous avons encore remarqué que tels individus de gastéropodes ou de bivalves se sont modifiés dans leurs formes et dans leurs ornements, suivant les conditions favorables ou non favorables à leur plus grand développement, et l'état de calme ou d'agitation dans lequel l'élément aqueux les laisse s'accroître.

Limites de l'espèce dans les mollusques. — D'après tout ce que nous venons de dire sur les variations déterminées par l'âge, par le sexe, par les cas pathologiques et par les influences locales, on concevra facilement que, sans ces connaissances préliminaires, qu'on ne peut acquérir, le plus souvent, que sur les lieux ou par une longue suite d'études, on ne saurait arriver à aucune détermination parfaite. Il ne s'agit pas, en effet, de fixer arbitrairement les limites de l'espèce dans le cabinet, en se basant sur des systèmes plus ou moins erronés; mais bien d'observer, de méditer et de discuter toutes les causes d'erreur qui peuvent influer sur une bonne détermination spécifique. Lorsqu'on n'aura d'autres guides que des caractères conchyliologiques, ce qui a lieu pour toutes les espèces fossiles, il conviendra de camparer un grand nombre d'individus recueillis dans la même couche, afin de s'assurer des diverses modifications, pour ne pas ériger en espèces de simples états d'accroissement, des variétés, des déformations ou des états de fossilisation. En général, relativement aux céphalopodes, on devra surtout tenir compte des âges et des cas pathologiques. Pour les gastéropodes, les différences d'âge, les cas pathologiques, les influences locales, sont plus indispensables encore. Pour les acéphales, les brachiopodes, les âges et les influences locales doivent être surtout étudiés avec soin.

En résumé, les limites de l'espèce sont loin d'être uniformes dans les êtres. On voit, par exemple, les couleurs seulement donner de bons caractères spécifiques chez les oiseaux et chez les insectes; mais, chez les mollusques, les couleurs ne peuvent pas toujours être admises, bien qu'elles donnent quelquefois de bonnes indications pour les coquilles vivantes.

Les limites de l'espèce sont, chez les mollusques, bien tranchées et constantes, sans avoir, néanmoins, les mêmes bornes dans toutes les classes. La forme, la taille, ne sont pas toujours, en effet, des caractères constants chez les coquilles terrestres. Les couleurs, jointes à la forme, donnent, au contraire, d'excellents caractères pour beaucoup de coquilles marines libres. On peut dire qu'en ce qui concerne les animaux marins, les limites de l'espèce, abstraction faite des variations dont nous avons parlé, sont d'autant plus étroites que l'animal est plus libre dans ses mouvements. Quelques céphalopodes, beaucoup de gastéropodes, d'acéphales libres, ont des limites très-restreintes, tandis que les gastéropodes et les acéphales fixés par l'animal ainsi que les brachiopodes, en demandent déjà de bien plus

larges; et ces limites doivent encore s'étendre beaucoup plus pour les gastéropodes et pour les acéphales, les brachiopodes et les bryozoaires fixés par leur coquille. Tel caractère qui, quoique peu saillant, distinguera suffisamment entre eux des céphalopodes, des gastéropodes et des acéphales libres, ne s'appliquera plus à la séparation des coquilles fixées par l'animal ou par le test lui-même.

Ce qui précède démontre que la bonne détermination de l'espèce dépend, dans les cas difficiles, des études plus ou moins approfondies de l'observateur, de son jugement plus ou moins juste et de sa sagacité. Cette réunion indispensable de connaissances nécessaires expliquera combien les erreurs ont dû se multiplier dans la science. Il est bien certain que des causes d'erreur de nomenclature, des causes d'erreur zoologique que nous venons de faire connaître, sont nées toutes les dissidences qui existent entre les observateurs; dissidences considérablement augmentées, pour les espèces fossiles, par les variations qu'apportent la déformation et surtout la fossilisation.

Il est certain que si les poissons ont été les plus nombreux, parmi les animaux vertébrés, les *Mollusques* pourront, à eux seuls, représenter trois fois l'équivalent numérique de tous les autres animaux fossiles réunis. Ils sont, en effet, très-multipliés depuis la première animalisation du globe jusqu'à nos jours.

Les mollusques ont quelquefois offert des exemples rares de conservation, les bélemnites de Christian-Malford (Angleterre), les *acanthoteuthis* et les *sepia* de Solenhofen (Bavière), ont montré l'empreinte complète de l'animal, conservant encore une partie des fibres musculaires du corps, des nageoires et des bras. Dans les mêmes localités, dans les schistes bitumineux du département de l'Ain, et dans le lias d'Hobden, on a rencontré, plus fréquemment encore, à l'état fossile, le sac qui contient l'encre ou la matière noire, et des parties cornées parfaitement conservées, comme les ongles des bélemnites, des *acanthoteuthis* et les osselets internes cornés d'un grand nombre de céphalopodes. Il ne reste, le plus souvent, dans les couches terrestres, que les parties testacées, ou la coquille des mollusques. On trouve celle-ci entière dans sa position normale, avec ses diverses parties réunies, comme les deux valves des bivalves, par exemple, ou bien les parties séparées, mais intactes. D'autres fois les coquilles sont transformées, détruites, et ne montrent que des empreintes, des moules, des modèles ou des contre-empreintes.

D'après le tableau suivant, dressé par M. d'Orbigny, l'on pourra juger de la valeur numérique des espèces de mollusques qui caractérisent chaque étage et chaque terrain en particulier.

TERRAINS.	ÉTAGES.	NOMBRE PAR ÉTAGES des espèces de mollusques.	NOMBRE PAR ÉTAGES des espèces d'animaux rayonnés.	TOTAUX par étages.	TOTAUX par terrains.
TERTIAIRES	27. Subapennin.	444	162	606	6,640
	26. Falunien.	2,903	160	3,063	
	25. Parisien.	1,478	199	1,677	
	24. Suessonien.	562	132	694	
CRÉTACÉS.	23. Danien.	47	17	64	4,698
	22. Sénonien.	1,061	507	1,568	
	21. Turonien.	218	148	366	
	20. Cénomanien.	627	183	810	
	19. Albien.	307	52	359	
	18. Aptien.	146	4	150	
	17. Néocomien.	656	124	781	
JURASSIQUES.	16. Portlandien.	59	2	61	3,785
	15. Kimméridgien.	184	16	200	
	14. Corallien.	403	235	638	
	13. Oxfordien.	499	230	729	
	12. Callovien.	253	25	278	
	11. Bathonien.	407	125	532	
	10. Bajocien.	508	94	602	
	9. Toarcien.	273	14	287	
	8. Liasien.	270	13	283	
	7. Sinémurien.	163	12	175	
TRIASIQUES.	6. Saliférien.	619	114	733	840
	5. Conchylien.	104	3	107	
PALÉOZOIQUES.	4. Permien.	82	9	91	3,184
	3. Carboniférien.	887	161	1,048	
	2. Dévonien.	1,054	146	1,200	
	1. Silurien. B. Supérieur ou *Murchisonien.*	356	61	418	
	1. Silurien. A. Inférieur. ou *Siturien.*	375	52	427	
	TOTAUX GÉNÉRAUX.	14,947	3,000	17,947	17,947

MONITOR. *Voy.* Mosasaure.

MONODELPHES. *Voy.* Mammifères.

MONTBRON (M. de), son interprétation du 1er chapitre de la Genèse. *Voy.* Jéhan de saint-Clavien et la Note additionnelle à la fin de ce volume.

MORO. *Voy.* Géologie.

MOSASAURE, genre de reptiles fossiles de l'ordre des sauriens. — Le mosasaure a longtemps été connu sous le nom de *grand animal* de Maëstricht, parce qu'on l'a trouvé près de cette ville, dans le tuf calcaire qui constitue les dépôts les plus modernes de la formation crétacée, et qui contient des ammonites, des bélemnites, des hamites et plusieurs autres coquilles de la craie, en même temps que des débris d'animaux marins, qui lui appartiennent en propre. Ce fut en 1780 que l'on y découvrit une tête à peu près complète, qui appartient maintenant au muséum de Paris. Cette pièce célèbre dérouta pendant plusieurs années toute la science des naturalistes : plusieurs y voyaient la tête d'une baleine, d'autres celles d'un crocodile; mais sa véritable place dans la série animale lui fut assignée pour la première fois par Adrien Camper, dont les travaux de Cuvier sont venus depuis confirmer l'opinion. Il résulte des recherches de ces deux savants illustres que l'animal auquel avait appartenu le débris en question était un reptile marin d'une taille gigantesque et très-voisin des monitors (717). Et quant à l'époque à laquelle le mosasaure se montra pour la première fois, ce fut selon toute apparence, vers la fin de cette longue série de périodes géologiques, durant laquelle se déposèrent les groupes oolitique et crétacés. Dans toute la durée de ces périodes, notre planète paraît avoir été surtout habitée par des animaux marins, et, au nombre des plus grands parmi ces derniers, se trouvaient des sauriens d'une stature gigantesque, dont plusieurs habitaient la mer et arrêtaient dans de justes limites l'accroissement excessif des tribus de poissons leurs contemporaines.

Depuis le lias jusqu'au moment où a commencé le dépôt de la craie, les ichthyosaures et les plésiosaures furent les tyrans de l'océan; et, à partir de cette dernière époque, qui est précisément celle où se termina leur existence, ils paraissent avoir été remplacés, tout le temps que dura le dépôt de la craie, par le mosasaure, qu'on dirait avoir été créé pour remplir temporairement les fonctions (718), et qui devait lui-même céder la place aux cétacés de la période tertiaire. Comme il n'existe dans le monde où nous vivons aucun saurien qui habite la mer; comme, d'un autre côté, les représentants actuels de cet ordre les plus puissants, les crocodiles, bien que créés spécialement pour vivre dans les eaux, ont recours plutôt à la ruse qu'à la vitesse pour s'emparer de leur proie; il ne sera pas sans intérêt d'étudier les arrangements mécaniques par suite desquels un reptile voisin des monitors se mouvait dans la mer avec assez de puissance et de vélocité pour atteindre et saisir d'aussi grands poissons que ceux dont il dut faire sa pâture, à en juger par le volume prodigieux de ses dents et de ses mâchoires.

Les caractères de la tête et des dents prouvent des rapports intimes entre cet animal et les monitors, et les proportions des diverses autres parties du squelette conduisent à conclure que ce monitor monstrueux des mers d'autrefois avait 25 pieds de longueur, quoique parmi ses congenères modernes aucun n'excède 5 pieds. La tête est longue de 4 pieds; celle des plus grands monitors ne dépasse pas 5 pouces. Les anatomistes les plus profonds ne pourraient imaginer qu'avec peine une série de modifications à l'aide desquelles un monitor pût atteindre la taille et le volume d'un épaulard (719) (*delphinus orca*), et posséder en même temps la faculté de se mouvoir avec force et vitesse au sein des eaux de la mer. C'est néanmoins ce que nous offre le squelette fossile dont l'étude nous occupe en ce moment : dans tout son ensemble, nous trouvons les caractères d'un monitor; mais ces caractères se modifient dans le but manifeste d'en faire un animal créé pour vivre au sein des eaux de la mer.

Le mosasaure n'avait guère de caractères communs avec le crocodile; mais il se rapprochait des iguanes par un appareil dentaire fixé sur l'os ptérygoïde, et occupant la voûte palatine, ainsi que cela a lieu chez certains serpents et chez certains poissons, où ces dents, dirigées en arrière comme les barbes d'une flèche, s'opposent à ce que la proie puisse leur échapper (720).

Les autres parties du squelette sont par-

(717) Les monitors sont un genre de lézards qui fréquentent les marais et les bords des rivières dans les climats chauds. Ils doivent leur nom à ce préjugé universellement reçu, malgré son absurdité, qu'ils annoncent par un sifflement aigu l'approche des crocodiles et des caïmans. Il y en a une espèce, le monitor du Nil, qui détruit les œufs des crocodiles, et que l'on voit sculptée sur les monuments de l'ancienne Egypte.

(718) M. Mantell a trouvé des débris appartenant au mosasaure dans la craie supérieure, près de Lewes, et le docteur Morton dans le sable vert (*green-sand*) de Virginie.

(719) L'épaulard atteint jusqu'à 20 et 25 pieds; c'est un animal très-féroce, qui se nourrit de phoques et de marsouins, ainsi que de poissons.

(720) Les dents n'ont pas de vraies racines, et ne sont pas creuses comme chez les crocodiles, mais à leur état de complet accroissement elles sont entièrement pleines et soudées à leurs alvéoles par une base osseuse, large et solide, résultant de l'ossification de la matière pulpeuse qui a sécrété la dent. En outre, elles se fixent plus solidement encore aux mâchoires par l'ossification de la capsule ou organe sécréteur de l'émail. Cette capsule ossifiée entoure la base des dents d'une sorte de contrefort circulaire, et les fixe avec une extrême solidité. Les dents nouvelles apparaissaient dans d'autres cellules de l'os maxillaire, et, en s'accroissant, traversaient irrégulièrement sa substance, jusqu'à ce que, venant à comprimer la base des dents anciennes, elles les forçaient à se détacher en même

faitement en accord avec les caractères fournis par la tête. Toutes les vertèbres sont concaves en avant, et convexes en arrière, et s'adaptent par une articulation orbiculaire qui leur permet des mouvements faciles de flexion dans tous les sens. Depuis le milieu du dos jusqu'à l'extrémité de la queue, elles sont dépourvues des apophyses articulaires qui sont d'une utilité si essentielle pour la solidité du tronc chez les animaux destinés à se mouvoir à la surface de la terre. Elles ressemblent sous ce rapport aux vertèbres des dauphins, et cet arrangement n'a été créé que dans le but de leur rendre la natation plus facile. Les vertèbres du cou sont aussi construites de façon à procurer à cette partie du corps plus de flexibilité qu'elle n'en a chez les crocodiles.

De même que la queue des crocodiles, la queue du mosasaure, comprimée dans le sens latéral, en même temps qu'épaisse dans le sens vertical, constitue un aviron droit d'une puissance énorme; et l'action qui résulte de ses mouvements latéraux chasse le corps en avant, comme ces bateaux que fait avancer un seul homme avec un seul aviron à l'arrière. Bien que les vertèbres caudales soient à peu près en même nombre que chez les monitors, la queue était proportionnellement plus courte, par suite de la plus grande brièveté relative du corps de chacun de ces os; et de cette disposition résultait un accroissement de puissance dans la queue considérée comme instrument de natation, et une rapidité de locomotion qui n'eût pu se concilier avec une queue longue et mince comme celle du monitor, qui s'en aide pour grimper. Enfin une dernière disposition, qui a pour but de donner à la queue une plus grande vigueur, c'est l'existence *d'os en chevron* solidement fixés au corps de chaque vertèbre, de la même manière que dans les poissons.

Le nombre total des vertèbres est de cent trente-trois, à peu près autant que chez les monitors, et plus du double de ce qu'on en observe chez les crocodiles. Les côtes n'ont qu'une seule tête, et sont arrondies comme dans la famille des lézards. Quant aux extrémités, on en possède des fragments assez nombreux pour démontrer que le mosasaure, au lieu de pattes, les avait terminées par quatre larges rames pareilles à celles du plésiosaure et de la baleine; et il est probable qu'un de leurs usages principaux fut d'aider l'animal à s'élever à la surface des eaux pour y venir respirer, dépourvu qu'il était, suivant toute probabilité, de la queue horizontale, qui permet aux cétacés ce même mouvement d'ascension. L'ensemble de ces caractères concourt à démontrer que le mosasaure était organisé dans le but d'une existence exclusivement aquatique, et que, malgré l'exagération de ses proportions, s'il vient à être comparé aux genres vivants de ces deux familles, il établit un anneau intermédiaire entre les monitors et les iguanes. Quoi que nous puissions trouver d'énorme dans ces dimensions comparées à celles de tous les lézards actuels, et quelque étrange que puisse nous paraître l'existence de genres marins dans cet ordre des sauriens dont aucune espèce actuellement vivante n'habite la mer, il n'y a rien là qui doive plutôt nous étonner que les modifications analogues que l'on observe dans le mégalosaure et dans l'iguanodon, exemples d'un agrandissement plus considérable encore du type des monitors et des iguanes, converti en des formes colossales appropriées à une locomotion terrestre.

Au milieu de ces variations dans les proportions, nous voyons persister les mêmes lois qui président à l'organisation des genres contemporains; et la perfection des combinaisons mécaniques qui à toutes les époques ont résulté de leur action, nous prouve quelle haute sagesse a calculé ces mécanismes, et quelle puissance infinie les a maintenus dans leur intégrité.

Cuvier affirme, à propos du mosasaure, que, même avant d'avoir vu une seule de ses vertèbres ou un seul os de ses extrémités, il était à même de déterminer le caractère général de l'ensemble du squelette, d'après l'examen des mâchoires et du système dentaire, ou même d'après la vue d'une seule dent. Ce pouvoir de détermination, la science en est redevable à ces lois magnifiques de corrélation des organes qui sont le fondement de l'anatomie comparée, et qui donnent à ses découvertes un intérêt si puissant.

MOULE. — On appelle *moule*, toute empreinte organique complète, qui n'a laissé qu'un vide à la place occupée par le corps organisé, qu'elle qu'en soit la forme, comme le moule exécuté en plâtre par les modeleurs pour reproduire et tirer des exemplaires d'une sculpture ou d'un ornement quelconque. Ce moule peut être *extérieur*, *intérieur*, ou montrer les deux parties à la fois.

Le moule *extérieur* s'applique à toute espèce de corps organisés, pleins ou creux à l'intérieur, comme à la cavité taillée dans une roche par un os, un polypier, ou même par une coquille. C'est alors une cavité simple, circonscrite de toutes parts.

Le moule *intérieur*, au contraire, n'est applicable qu'aux corps organisés qui présentent une cavité intérieure, comme les bivalves fermées et les gastéropodes; mais, le plus souvent, les corps creux laissent à la fois le moule extérieur et intérieur. Lorsque, par exemple, une coquille bivalve entière enveloppée de sédiments fins, laisse quelque partie béante entre les valves, elle ne tarde pas à se remplir de ces sédiments qui l'entourent extérieurement. Lorsque la coquille se détruit, il reste à l'extérieur un moule *extérieur*, tandis qu'à l'intérieur les sédiments moulés sur l'intérieur de la

temps que la base elle-même, en y causant une sorte de nécrose, et à tomber à la manière des cornes du cerf. Les dents palatines sont organisées d'après le même principe que les dents auxillaires, et se renouvellent de la même manière.

coquille forment un moule *intérieur*. Il en est de même d'un gastéropode.

Lorsque le *moule*, cette cavité circonscrite, se remplit postérieurement de molécules adventives qui en prennent plus ou moins exactement la forme, nous appellerons cette partie de remplissage, *modèle;* car elle est tout à fait comparable aux modèles que les modeleurs tirent de leurs moules. Alors le remplissage aura en tout la forme du corps organisé, mais sera de matière tout à fait variable.

Nous réservons plus spécialement le nom d'*empreintes* aux parties plus ou moins étendues d'un moule. Une empreinte peut, relativement au corps qu'elle reproduit, être *extérieure* et représenter la face extérieure d'un corps organisé. Dans une coquille bivalve dont les deux valves sont séparées, disséminées, chacune de ces valves, enveloppée par le sédiment environnant, laissera tout à la fois sur ce sédiment, l'empreinte de sa surface convexe ou extérieure, et celle de sa surface concave ou intérieure; on aura, dans ce dernier cas, ce qu'on nomme une empreinte *intérieure*. Comme le moule, l'empreinte extérieure s'applique à tous les corps, tandis que l'empreinte intérieure n'est applicable qu'à ceux qui sont creux. Nous ne saurions donner une idée plus exacte de la nature d'une empreinte, qu'en la comparant à l'image laissée sur un fond mou ou ductile, comme celle qu'imprime sur la cire le cachet qu'on y applique. Les empreintes soit extérieures, soit intérieures, sont fréquentes dans certaines couches, surtout dans celles qui se montrent très-perméables aux infiltrations aqueuses, lorsque le corps organique offrait, en soi, des éléments de décomposition facile. Plus les molécules qui ont enveloppé le corps organisé étaient fines, plus les empreintes sont nettes et bien caractérisées. On en trouve dans les grés, dans les calcaires, et à toutes les époques géologiques. L'étage silurien ne montre souvent que cela, ainsi que beaucoup de couches jurassiques, comme celles de l'étage corallien de la Belle-Croix, près de La Rochelle (Charente-Inférieure), et certains calcaires grossiers de l'étage parisien des environs de Paris, où des couches entières ne sont formées que de moules et d'empreintes de mollusques et de polypiers.

Quelques auteurs (Lyell) ont appelé *contre-empreinte* ce que nous avons nommé moule extérieur, tandis que nous désignons sous ce nom de *contre-empreinte* un cas tout particulier, assez fréquent dans les couches calcaires ou argileuses. Lorsqu'une coquille, déposée dans les couches terrestres, s'est détruite en laissant d'un côté, dans la couche, l'empreinte ou le moule extérieur, et de l'autre, l'empreinte ou le moule intérieur, et que cette couche qui la renferme, non encore solidifiée, a subi postérieurement une pression déterminée par le poids des couches supérieures qui tend à en rapprocher toutes les parties, le vide resté à la place coquille disparaît, et les empreintes extérieure et intérieure, réunies et mises en contact, atténuent plus ou moins complétement les caractères internes, en donnant un ensemble qui n'est ni une empreinte interne, ni une empreinte externe, mais bien la réunion de l'une et de l'autre. Cette circonstance est très-fréquente, surtout dans les calcaires marneux de tous les âges, comme l'étage kimméridgien de Châtelaillon, l'étage corallien de Marans (Charente-Inférieure), etc., etc.

MULOT, célèbre sondeur. *Voy.* PUITS ARTÉSIENS.

MYLODON. *Voy.* MAMMIFÈRES

N

NAUTILE, genre de mollusques de la classe des céphalopodes et de l'ordre des tentaculifères. — Nous emprunterons à la famille des coquilles multiloculaires ou cloisonnées quelques exemples remarquables dans le but d'éclaircir certains points qui ont trait à la fin que nous nous proposons principalement, celle de faire ressortir l'intelligence et les prévisions du Créateur dans la création des mécanismes organiques.

Ce qui nous dirige dans ce choix, c'est que d'abord nous trouverons dans ces coquilles des dispositions mécaniques plus évidemment créées, pour un but déterminé que ne nous en offriraient des coquilles d'une organisation plus simple. Un second motif, c'est que l'usage de leurs diverses parties peut facilement se comprendre si on on prend pour terme de comparaison l'économie et l'organisation des animaux actuels les plus voisins des espèces et des genres fossiles que nous allons choisir pour sujets d'études. En troisième lieu, c'est que nous pourrons démontrer que non-seulement la plupart de ces coquilles cloisonnées ont rempli l'office des coquilles ordinaires comme armes défensives des animaux qui les habitaient, mais qu'elles étaient aussi des instruments hydrauliques d'un travail fini, d'un agencement merveilleux, et subordonnés dans les fonctions pour lesquelles ils ont été calculés à ces lois universelles et invariables qui paraissent avoir présidé de toute éternité aux mouvements des fluides.

L'histoire des coquilles cloisonnées jette aussi de la lumière sur quelques-uns de ces phénomènes de la conchyliologie fossile qui ont trait à la délimitation des espèces sui-

vant les diverses formations géologiques (721). Elle offre des preuves frappantes de ce fait curieux que des genres et même des familles tout entières ont été appelées à l'existence, puis complétement détruites durant les diverses périodes successives de la formation de l'écorce terrestre.

Enfin nous lui devons de précieux renseignements sur un point d'une haute importance dans l'histoire de la vie. Elle nous fait voir en effet que ce n'a pas toujours été en s'élevant, par une gradation régulière, des degrés de l'organisation les plus inférieurs aux degrés les plus élevés, que s'est opérée la marche progressive de la vie durant les temps anciens vers lesquels la géologie nous reporte. Car plusieurs des formes les plus simples ont conservé leur simplicité primitive en traversant tous les changements qu'à subis la surface de notre globe, tandis que dans d'autres cas des formes d'un ordre plus élevé précèdent plusieurs des formes les plus inférieures de l'animalité, et que quelques-unes de ces dernières n'apparaissent pour la première fois qu'après la destruction complète (722) de plusieurs espèces et de plusieurs genres d'un caractère beaucoup plus complexe.

Le nombre prodigieux, la variété et la beauté des coquilles cloisonnées fossiles qui remplissent les terrains stratifiés de transition et ceux de la période secondaire, nous font un devoir impérieux de rechercher dans l'étude de la nature vivante l'histoire des caractères et des habitudes des êtres qui les ont construites et des fonctions que ces êtres remplissaient dans l'économie générale du monde des animaux; or, si nous pouvons espérer de recueillir les éléments d'une pareille histoire, c'est surtout chez ces habitants des mers actuelles dont les coquilles offrent le plus d'analogie avec les fossiles éteints qui sont soumis à nos observations, et nommément chez le *nautilus pompilius* ou nautile flambé, et chez le spirule (723).

Le nautile n'existe pas seulement dans nos mers tropicales actuelles, mais c'est un des genres qui se rencontrent à l'état fossile dans les formations de tous les âges. Les mollusques, habitants de ces coquilles, se montrèrent les premiers dans les mers primitives, et ils se sont maintenus à travers tous les changements qu'ont subis les habitants des Océans.

C'est dans l'excellent *Mémoire* de M. Owen, publié en 1832 seulement, que l'on trouve la première description scientifique de cet animal dont la coquille est connue depuis une antiquité reculée (724). Ce mémoire est donc d'une haute importance pour la géologie, car nous lui devons de pouvoir affirmer, avec bien plus de certitude que nous ne l'eussions pu faire jusqu'alors, que les animaux des nautiles fossiles faisaient partie d'une famille actuellement existante de mollusques céphalopodes, voisine de la seiche ordinaire. Nous pouvons conclure aussi que les ammonites, dont les espèces sont infiniment plus nombreuses, ainsi que d'autres genres voisins de coquilles multiloculaires, remplissaient dans l'économie des animaux qui les ont construites des fonctions analogues à celles que remplit de nos jours la coquille du *nautilus pompilius*. Aussi pensons-nous avec M. Owen que cette espèce, dont la connaissance est récemment entrée dans le domaine de la science, n'est pas seulement précieuse par ses rapports avec les céphalopodes de la création actuelle, mais qu'elle est en outre le type vivant d'un vaste groupe d'organisations que leurs débris fossiles nous attestent avoir existé à une époque

(721) C'est ainsi que le *nautilus multicarinatus* ne se trouve que dans les couches de la formation de transition; le *nautilus bidorsatus*, dans le muschelkalk; le *nautilus obesus* et le *nautilus lineatus*, dans la formation oolitique; le *nautilus elegans* et le *nautilus undulatus*, dans la craie. Les divisions des formations tertiaires offrent également des espèces de nautiles qui leur sont particulières.

(722) Durant les périodes tertiaires, une classe d'animaux inférieurs en organisation, celle des trachélipodes carnivores, a pris la place qu'occupait durant les périodes secondaires l'ordre plus élevé des céphalopodes carnivores. Il y a dans cette substitution une *rétrogradation*, qui nous semble devoir porter un coup mortel à cette doctrine de *progrès continu*, que défendent surtout ceux qui refusent d'admettre l'intervention réitérée de la puissance créatrice dans les changements successifs qu'a subis l'animalité.

Il résultera de l'étude que nous allons faire des coquilles de nautiles fossiles, qu'elles ont conservé, dans les terrains stratifiés de tous les âges, la simplicité primitive de leur structure, et que cette structure est essentiellement dans le *nautilus pompilius* ou nautile flambé des mers actuelles ce qu'elle était dans les espèces fossiles les plus anciennes des couches de transition. En même temps, nous verrons la famille des ammonites, si voisine de la précédente et dont les coquilles sont d'un travail plus compliqué que celles des nautiles, commencer d'exister à la même époque reculée des formations de transition et s'éteindre dès la fin des formations secondaires. Les coquilles multiloculaires des genres voisins nous offriront des exemples plus récents de genres d'espèces dont la création a été suivie de leur extinction périodique et complète, postérieurement à l'époque où ont disparu les ammonites, ou à cette époque-là même. Je citerai parmi ces coquilles, les genres hamite, turrilite, scaphite baculite et bélemnite.

(723) Je ne fais pas mention de la coquille plus connue de l'argonaute, ou nautile papyracé, parce que n'étant pas une coquille cloisonnée, elle n'offre point un rapport aussi direct avec l'objet que je me propose ici, et aussi parce que l'on ne sait pas encore d'une manière certaine si le seiche que l'on y trouve l'a réellement construite, ou si ce n'est que le parasite d'une coquille appartenant à quelque autre animal inconnu. MM. Broderip, Gray et Sowerby l'attribuent à quelque mollusques voisin de la carinaire.

(724) C'est un fait curieux que, bien que la coquille du nautile ait été connue des naturalistes dès l'époque d'Aristote, et se trouve en abondance dans toutes les collections, les seules données authentiques que l'on ait possédées jusqu'à ces dernières années sur l'animal qui l'habite se réduisent à ce qu'en a dit Rumphius dans son histoire d'Amboyne. Or la figure de cet auteur, bien qu'assez correcte dans le peu que l'on y voit, est tellement insuffisante dans les détails, qu'il est impossible d'en rien conclure relativement à l'organisation interne de l'animal.

reculée, et au sein d'un ordre de choses tout différent de celui que nous avons sous les yeux (725).

Ce type, qui reproduit sous nos yeux l'organisation de tant de millions de créatures depuis longtemps balayées de la surface du globe, vous met à même d'étudier les usages auxquels servaient leurs coquilles cloisonnées fossiles, et de prouver l'existence d'un ordre et d'un plan disposant les mécanismes à l'aide desquels elles remplissaient leurs importantes fonctions. En voyant combien ces mécanismes sont semblables à ceux que nous offrent des animaux faisant partie de la création à laquelle nous appartenons, nous concluons que ces arrangements si parfaits, ces admirables harmonies, malgré l'espace de temps énorme qui a séparé les époques où elles se sont manifestées, ont leur origine commune dans la volonté, dans les plans d'une seule et même intelligence.

Ainsi nous allons aborder l'étude de la structure et des usages des coquilles cloisonnées fossiles, en partant de la connaissance que nous avons, que les coquilles modernes du nautile et de la spirule appartiennent à des céphalopodes actuellement existants ; et à l'aide de ce fait, nous espérons pouvoir mettre en lumière l'histoire de ces quantités immenses de coquilles fossiles semblablement construites, dont les usages et les fonctions sont demeurés jusqu'ici sans une explication satisfaisante.

Tous ces fossiles peuvent se partager en deux classes distinctes. L'une comprend les coquilles externes, où les mollusques qui les habitaient, résidaient, comme celui de la coquille du nautile, dans la cavité spacieuse de leur première chambre, ou chambre externe. L'autre classe comprend les coquilles qui furent en totalité ou en partie renfermées dans le corps d'un céphalopode, comme l'est aujourd'hui la coquille de la spirule ; dans chacune de ces deux classes, les chambres de la coquille paraissent avoir rempli les fonctions de vessies aériennes, ou de *flotteurs*, qui permettaient à l'animal de s'élever dans les eaux et de venir flotter à leur surface, ou de s'enfoncer dans leurs profondeurs.

Dans le nautile moderne, le seul organe qui établisse une communication entre les chambres aériennes et le corps de l'animal consiste dans un conduit ou *siphon* qui traverse les cloisons successives par une ouverture à laquelle s'adapte un tube court, et va se terminer dans la chambre la plus petite, située à l'extrémité interne de la spirule. Je vais essayer de faire voir comment, à l'aide d'un fluide particulier qu'il peut à volonté faire pénétrer dans ce conduit, l'animal peut diminuer ou accroître son poids spécifique, et par suite s'élever ou descendre dans le sein des eaux, comme nous voyons les ludions, ces jouets si curieux, s'élever ou s'abaisser dans le tube qui les contient, suivant que l'on force l'eau d'y pénétrer, ou qu'on l'en laisse sortir.

Le nautile nage en arrière et les bras étendus, de la même manière que la seiche dépourvue de coquille, et ses mouvements sont produits par la réaction de l'eau qui est rejetée de l'entonnoir avec violence. Cette position est la plus favorable à la facilité des mouvements de progression, car elle place en avant la partie de la coquille qui rappelle le plus par sa forme la proue d'un bateau. Lorsque l'animal est en mouvement les bras s'étendent probablement en avant comme les rayons épanouis de l'anémone de mer.

Le bec corné dont est garnie la bouche du nautile ressemble à celui d'un perroquet : chaque mandibule est armée en avant d'un tranchant calcaire dur et denté, qui a pour fonction d'écraser les animaux à coquilles et les crustacés ; et l'on a rencontré des fragments de ces derniers animaux dans l'estomac de quelques individus. Comme d'ailleurs ces débris appartenaient à une espèce velue de crustacé brachyure qui vit exclusivement au fond de la mer, ils sont une preuve que le nautile, bien qu'il se hasarde parfois à venir à la surface, va chercher au fond des eaux une partie de sa nourriture. Il a d'ailleurs un gésier tout à fait semblable à celui d'un oiseau, et ce nous est une preuve de plus de la faculté qu'il possède de digérer des coquilles dures.

Les mollusques qui habitaient plusieurs espèces de nautiles et d'ammonites fossiles possédaient un appareil buccal tout semblable ; c'est ce que prouvent les rynchollites ou becs pétrifiés appartenant à des animaux de ces deux genres, et qui se trouvent en si grande abondance dans plusieurs des terrains stratifiés où l'on en rencontre les coquilles fossiles, tels que l'oolite de Stonesfield, le lias de Lyme-Regis et de Bath, le calcaire conchylien de Lunéville.

De même que l'on a conclu de la structure des dents des quadrupèdes ou de celle du bec des oiseaux la nature des aliments que ces organes étaient destinés à saisir et à dépecer, nous pouvons conclure aussi de la ressemblance qu'offrent les rynchollites avec le bec du *nautilus pompilius*, que la plupart de ces corps singuliers étaient des becs de

(725) Toutes les espèces de coquilles fossiles multiloculaires, telles que les orthocératites, les baculites, les hamites, les scaphites, les belemnites et autres, dont la dernière chambre ou chambre externe paraît trop petite pour avoir contenu le corps tout entier, des animaux qui les ont formées, ont été placées dans un jour tout nouveau, par la découverte qu'a faite Péron d'une coquille cloisonnée bien connue, la spirule, laquelle est en partie renfermée dans l'extrémité postérieure du corps d'une espèce de seiche. Deux circonstances avaient jeté quelque doute sur l'authenticité de cette découverte ; d'abord le peu d'accord qu'il y a entre les deux figures qui en ont été données, l'une dans l'*Encyclopédie méthodique*, l'autre dans le *Voyage* de Péron ; puis la perte de l'échantillon lui-même, avant qu'il eût subi aucun examen anatomique ; mais la rencontre qu'a faite depuis le capitaine King de la même coquille fixée à un fragment mutilé d'un céphalopode voisin de la seiche ne permet pas de douter que la spirule ne soit réellement une coquille interne, dont la portion dorsale seule est externe.

céphalopodes qui habitaient les coquilles fossiles auxquelles nous les trouvons associés, et que ces céphalopodes remplaçaient, dans l'économie générale de la nature, le nautile et les trachélipodes carnivores de notre époque, en limitant dans de justes bornes l'accroissement excessif des crustacés et des mollusques qui habitaient le fond des mers durant les périodes secondaires et les périodes de transition.

Partant donc de la conséquence à laquelle nous conduisent ces analogies, que les animaux qui habitaient les coquilles des nautiles et des ammonites fossiles étaient des céphalopodes, d'habitudes pareilles à celles du mollusque qui construit la coquille du nautile flambé, nous allons essayer de conclure, de l'organisation des habitudes de ce dernier, comment ces coquilles fossiles s'adaptaient aux besoins de créatures qui se tenaient dans certains temps au fond des mers et y prenaient leur nourriture, tandis que d'autres fois elles venaient flotter à la surface.

Les nautiles forment un genre naturel de coquilles spirales discoïdales, partagées à l'intérieur en une série de chambres séparées les unes des autres par des cloisons transverses; ces cloisons sont percées à leur centre, ou près de leur face interne, pour laisser passer le tube membraneux que nous avons déjà mentionné sous le nom de siphon.

La chambre externe, ouverte au dehors, offre une grande étendue, et le corps de l'animal y est contenu : les chambres intérieures sont fermées et ne contiennent que de l'air, et elles ne communiquent avec la chambre externe que par la petite ouverture pratiquée dans chaque cloison pour le passage du tube membraneux qui traverse toute la série des cloisons jusqu'à l'extrémité même de la coquille. Ces chambres aériennes ont pour but de contre-balancer le poids de la coquille, et de donner à l'ensemble de l'animal un poids spécifique si rapproché de celui de l'eau, que la différence résultant de l'admission du liquide dans le siphon, ou de son expulsion, suffise pour produire des mouvements de descente ou d'ascension.

Comme le siphon, non plus que la coquille, n'offre aucune ouverture à travers laquelle le fluide puisse pénétrer à l'intérieur des chambres (726), il s'ensuit que ces cavités ne contiennent autre chose que de l'air, et qu'elles ont par conséquent à soutenir une forte pression toutes les fois qu'elles se trouvent au fond de la mer. C'est pour résister à cette pression que plusieurs dispositions ont été introduites dans la construction de la coquille.

D'abord ses parois externes sont construites d'après les mêmes principes que l'arche d'un pont, et de telle sorte qu'elles offrent dans tous les sens la plus grande résistance possible à tout effort tendant à les écraser.

En second lieu, cette sorte d'arcade tire une force nouvelle des nombreuses petites côtes qui parcourent sa surface. Les stries d'accroissements ondulées que l'on remarque à sa surface sont petites et faibles, si on les considère isolément ; mais leur ensemble est d'un effet puissant pour accroître la résistance de la coquille.

En troisième lieu, la force de résistance de cette sorte de voûte s'accroît encore par la disposition des cloisons internes qui s'unissent aux parois externes de la coquille, en formant avec elles un angle presque droit. La direction suivant laquelle les bords de ces cloisons transverses coupent les côtes ondulées de l'intérieur de la coquille est un autre principe de force. On emploie une disposition analogue dans la construction des vaisseaux destinés aux voyages des mers arctiques ; pour les préparer à soutenir la pression des blocs de glace, on arc-boute leurs parois par un nombre extraordinaire de poutres transversales d'un volume énorme (727).

Nous mentionnerons encore une quatrième particularité d'organisation, au moyen de laquelle l'appareil qui donne à la coquille la faculté de flotter s'accroît dans une proportion exacte avec le volume du corps de l'animal et avec le poids toujours croissant de la chambre extérieure où il est contenu. Cet accroissement s'effectue par l'addition successive de nouvelles cloisons transversales en travers du fond de la chambre antérieure, de telle sorte que la partie de la coquille qui devient trop étroite pour contenir le corps se convertit en de nouvelles chambres aériennes. Cette opération, répétée à des intervalles en rapport avec les périodes successives d'accroissement de la coquille, la maintient dans la faculté de flotter à la sur-

(726) M. Owen nous apprend qu'il est impossible que l'eau pénètre dans les chambres aériennes par les ouvertures des cloisons que traverse le siphon; car la circonférence du manteau, qui donne naissance au siphon, est solidement attachée à la coquille par une ceinture cornée imperméable à toute espèce de liquide. (*Mémoire sur le nautilus pompilius*, p. 47.

(727) Cette direction différente donnée aux courbures des côtes tranversales extérieures ou des stries d'accroissement, et aux cloisons transversales de l'intérieur, est une combinaison des plus avantageuses pour augmenter la résistance de la coquille, soit chez les nautiles fossiles, soit dans l'espèce notre contemporaine. Comme les cloisons inter es ont leur face convexe tournée en dedans, tandis que les cannelures de la coquille externe ont la plus grande partie de leur convexité tournée vers l'extérieur, il en résulte que la circonférence des cloisons est coupée par les cannelures en un grand nombre de points, et forme avec ces dernières un grand nombre de parallélogrammes curvilignes, dont les côtés les plus courts sont formés par les cloisons transverses, et les plus longs par des portions des cannelures externes. Ce même principe de construction s'étend à d'autres espèces de la même famille, dont plusieurs n'offrent que des cannelures beaucoup plus petites ; et on le retrouve encore dans d'autres familles de coquilles cloisonnées fossiles, dans les ammonites par exemple, dans les hamites, dans les turrilites et dans les baculites.

face des eaux, en la faisant passer par des accroissements graduels et périodiques, jusqu'à ce que l'animal qu'elle contient soit arrivé à son état le plus complet (728).

Nous trouvons, dans les distances qui séparent entre elles les cloisons successives, une cinquième particularité de structure digne d'attention par les résultats mécaniques qu'elle procure. Si ces distances en effet se fussent accrues dans la même proportion que le diamètre des cavités aériennes, les portions de la coquille extérieure, qui constituent les parois des cavités les plus grandes, et qui ont à supporter la pression la plus forte, n'eussent pas été suffisamment soutenues; or c'est à quoi il a été pourvu par une disposition des plus simples, en rapprochant ces cloisons proportionnellement davantage à mesure que les cavités, en s'agrandissant, réclament plus de force dans les supports qui empêchent l'écrasement.

Enfin le dernier arrangement dont je veuille faire ici mention, c'est ce mécanisme du siphon qui a pour but de régulariser l'ascension et la descente de l'animal au sein des eaux. Jusqu'ici les fonctions de cet organe n'ont pas encore reçu une explication satisfaisante, et le remarquable mémoire de M. Owen lui-même laisse sur ce point beaucoup de doute. Cependant, si l'on rapproche certaines dispositions que cet organe présente quelquefois à l'état fossile de la découverte qu'a faite M. Owen de sa terminaison en un vaste sac où est renfermé le cœur de l'animal, on trouvera là, ce nous semble, des éléments suffisants pour décider cette question si longtemps controversée.

Si nous supposons, en effet, que ce sac ou péricarde contient un *fluide péricardial* qui peut passer de là dans le siphon, cet ensemble d'organes constituera un appareil hydraulique tout à fait propre à faire varier le poids spécifique de la coquille, de telle sorte qu'elle plongera quand l'animal forcera le fluide à pénétrer dans le siphon, tandis qu'au contraire, lorsque ce fluide rentrera dans le péricarde, la coquille devenue plus légère remontera vers la surface. Dans cette hypothèse, les chambres devaient être constamment remplies d'air seulement, dont l'élasticité permettait la dilatation et la contraction alternative du siphon, pour admettre ou rejeter le fluide péricardial.

Le principe d'après lequel, suivant cette explication, le nautile actuel s'élève ou descend au sein des eaux, est, ainsi que nous l'avons déjà dit, le même auquel sont dus les mouvements des ludions. En forçant une certaine quantité d'air à pénétrer dans le petit ballon qui les surmonte, on accroît la masse de substance qui y est contenue, sans en augmenter la capacité; le poids spécifique s'en accroît donc, et l'instrument plonge. Si, au contraire, en supprimant la pression, on permet à l'air contenu dans la chambre de reprendre l'équilibre qu'on lui a fait perdre et de chasser l'eau, son poids spécifique diminue, et le ludion vient flotter à la surface.

Pour achever de mettre en lumière la structure et l'économie des nautiles fossiles, par l'économie et la structure des espèces vivantes, je vais faire voir de quelle utilité furent pour les mouvements du nautile flambé, soit au fond, soit à la surface même des eaux, des cavités que nous supposons remplies d'air seulement, et un siphon renfermant *seulement* un fluide qui peut passer de cet organe dans un péricarde, au gré de l'animal (729).

L'animal que prit M. Benneth a été vu flottant à la surface des eaux; la portion supérieure de la coquille dépassait le niveau; et c'est à l'aide de l'air qui y était renfermé que l'animal pouvait conserver sa position verticale. Cette position est la plus favorable aux mouvements rétrogrades qu'exécutent les seiches, mouvements produits par l'expulsion de l'eau au dehors de l'entonnoir. Ainsi donc, un premier usage des chambres aériennes, c'est de maintenir le corps de l'animal et sa coquille en équilibre à *la surface* des eaux.

En second lieu, nous examinons dans la note ci-jointe les fonctions du siphon et des chambres aériennes, dans l'acte de plonger soudainement de la surface au fond (730).

Il nous reste, en troisième lieu, à considé-

(728) Il existe un jeune *nautilus pompilius* dans la collection de M. Broderip, qui ne présente que 17 cloisons: le docteur Hook assure en avoir vu où il y en avait jusqu'à 40.

(729) Le siphon est formé d'une membrane mince et résistante, entourée d'une couche de fibres musculaires qui en produisent la contraction et la dilatation alternatives, pour admettre le fluide dans son intérieur ou l'en repousser. (*Voyez* le *Mémoire* de M. Owen, p. 10.)

(730) Comme la cavité du péricarde contient un liquide sécrété par certains follicules glanduleux, et que sa capacité suffit, selon toute probabilité, pour que ce liquide remplisse complétement le siphon, il est probable que c'est ce liquide lui-même qui est mis en circulation dans l'appareil, et qui, suivant qu'il passe dans le siphon ou dans le péricarde, produit les mouvements d'ascension ou de descente de l'animal.

Lorsque les bras et le corps sont déployés, le fluide reste dans le sac péricardiaque; le siphon est vide, contracté et entouré de l'air qui est constamment contenu dans chaque chambre aérienne. Dans cette situation, l'animal et sa coquille sont d'un poids spécifique tel qu'ils s'élèvent dans l'eau et viennent flotter à sa surface.

S'il survient quelque sujet d'alarme, les bras et le corps se contractent pour rentrer dans la coquille, et compriment le fluide de manière à le faire rentrer dans le siphon; et, comme le contenu de la coquille s'accroît ainsi sans que la capacité de cette dernière subisse aucun changement, le poids spécifique de l'ensemble s'augmente, et l'animal est entraîné au fond des eaux.

L'air contenu dans chaque chambre demeure ainsi comprimé aussi longtemps que le siphon continue d'être distendu par le fluide péricardial; mais son élasticité lui fait reprendre son volume primitif aussitôt que la compression du corps cesse d'agir sur le péricarde; elle concourt, avec la couche musculaire du siphon, à repousser le fluide dans ce der-

rer l'action dans l'animal plongé *au fond* des eaux, étant admise l'hypothèse où cet air demeure constamment renfermé à l'intérieur des chambres. Si le nautile se meut en portant sa coquille à la manière des colimaçons, l'air qui y est contenu a pour effet de la maintenir élevée et flottant à l'aise au-dessus du corps. Et comme cette coquille tend sans cesse à s'élever vers la surface, le mollusque se fixe et rampe sur le fond au moyen d'un disque musculaire puissant, employant ses tentacules en toute liberté pour saisir la proie dont il se nourrit (731).

Hook pense que les chambres aériennes sont alternativement occupées par de l'air et et par de l'eau; Parkinson admet que ces chambres ne peuvent recevoir l'eau dans leur intérieur, et que les mouvements d'ascension ou de descente sont dus à l introduction alternative de l'air ou de l'eau dans l'intérieur du siphon. Mais il n'a pu indiquer l'origine de cet air au fond des eaux, et il n'a pas pu expliquer davantage par quel moyen l'animal modifie le tube et l'air qui y est contenu et duquel dépendent les diverses circonstances de ses mouvements de transport dans les eaux (732). La théorie d'après laquelle *les chambres de la coquille sont constamment remplies d'air seulement, tandis que c'est le siphon qui règle le mouvement de l'animal par le déplacement du liquide péricardial*, paraît satisfaire à toutes les conditions de ce problème d'hydraulique qui est demeuré jusqu'ici sans solution satisfaisante.

Je me suis étendu aussi longuement sur ce sujet à cause de l'importance dont il est pour expliquer la structure compliquée et les fonctions jusqu'ici incomolétement comprises de toutes ces familles de coquilles cloisonnées et pourvues d'un siphon, si nombreuses et si répandues. Si nous parvenons à y retrouver les mêmes principes mécaniques au milieu de toutes les modifications différentes qu'elles ont subies depuis l'origine de la vie jusqu'à l'heure présente, nous en déduirons, comme conclusion irrécusable, que cette unité dans les organisations prend son origine dans la volonté et l'action directe d'une cause première unique et intelligente; et ces organisations elles-mêmes nous apparaîtront « comme des émanations de cette sagesse infinie qui se montre dans les formes extérieures et dans la structure intime de tous les êtres créés (733). » *Voy.* AMMONITES.

NAUTILE SIPHON et NAUTILE ZIG-ZAG. — On a désigné sous le nom de *nautile siphon* une coquille cloisonnée fort curieuse et d'une grande beauté, qui a été trouvée dans les couches tertiaires de Dax, près de Bordeaux; et le *nautile zigzag* est une coquille de l'argile de Londres, très-voisine de la précédente. Ces deux coquilles offrent certaines déviations des caractères ordinaires des nautiles qui les rapprochent jusqu'à un certain degré de la structure des ammonites.

Ces déviations se compensent les unes par les autres, et il en résulte un ensemble d'arrangements particuliers qui rendent la coquille propre à remplir ses doubles fonctions, soit comme organe de locomotion au sein des eaux, soit comme moyen de défense ou comme habitation pour l'animal qui l'a construite (734).

Le siphon dans cette espèce, traversant le

nier sac. La coquille, ayant ainsi perdu de son poids spécifique, tend à revenir vers la surface.

Le péricarde est donc le lieu qu'occupe naturellement ce fluide, si ce n'est lorsqu'il est chassé et maintenu dans l'intérieur du siphon par la rétraction du corps dans la coquille. Quand les bras et le corps sont développés, soit à la surface, soit au fond de la mer, l'eau a un libre accès dans les cavités branchiales, et les mouvements du cœur s'exécutent en pleine liberté à l'intérieur du péricarde distendu Ce dernier organe n'est jamais vidé d'une partie du liquide qu'il contient, qu'au moment où le corps est contracté à l'intérieur de la coquille, et où par conséquent l'arrivée de l'eau sur les branchies se trouve arrêtée.

Les expériences suivantes font voir que la quantité de liquide à ajouter à la coquille du nautile, pour la faire plonger, est d'environ une demi-once.

« J'ai pris, dit Buckland, deux coquilles complètes de nautile, dont chacune pesait environ 6 onces et demie dans l'air, et avait à peu près 7 pouces dans son plus grand diamètre, et j'ai trouvé, après avoir bouché le siphon avec de la cire, que chaque coquille placée dans l'eau douce exigeait pour s'enfoncer l'addition d'une once et de quelques grains. Comme la coquille fraîche et fixée à l'animal vivant pouvait peser un quart d'once environ de plus que cette même coquille desséchée, et que d'ailleurs le poids du corps de l'animal contracté pouvait dépasser d'un autre quart d'once le poids de l'eau qu'il déplaçait, il restait une demi-once environ pour le poids du liquide qui devait être introduit dans le siphon pour que la coquille plongeât, et c'est là une quantité qui paraît tout à fait en rapport avec la

capacité, soit du péricarde, soit du siphon. »

(731) Si les chambres se remplissaient d'eau, la coquille ne serait plus soutenue que par une action musculaire, et au lieu de se tenir verticalement au-dessus du corps, dans une portion commode et sûre, elle serait continuellement entraînée à tomber sur le côté et, par conséquent, exposée à des frottements sur le fond qui la détérioreraient en même temps que l'animal demeurerait exposé aux attaques de ses ennemis. D'après Rumphius, le nautile rampe avec assez de vitesse, la coquille en haut, la tête et les *barbes* (tentacules) contre le fond. L'auteur a observé lui-même que la coquille du *planorbis-corneus* occupe la même position verticale lorsque l'animal rampe au fond de l'eau.

(732) Les observations récentes de M. Owen prouvent qu'il n'existe pas de glande en rapport avec le siphon, pareille à celle qui, suivant l'opinion reçue, sécrète l'air de la vessie natatoire des poissons.

(733) *Expériences du docteur Hook*, p. 306.

(734) Les cloisons transversales offrent une particularité remarquable de structure dans le collier, ou ouverture siphonale, lequel se prolonge dans toute l'épaisseur des cavités aériennes, de telle sorte que la série tout entière des cloisons se trouve comme réunie en une sorte de chaîne spirale continue. Cette réunion est produite par l'agrandissement et l'allongement du collier destiné au passage du siphon, lequel prend la forme d'un entonnoir long et élargi, dont l'extrémité s'engage dans le col de l'entonnoir voisin, tandis que son bord interne, s'appuyant sur le tour du spire sous-jacent, transmet à la voûte que forme ce dernier une partie de la pression qui

bord interne des cloisons, ne fournissait au manteau de l'animal qu'un moyen d'attache beaucoup moins puissant que ne le fait le siphon plus central du nautile: aussi pour compenser ce défaut d'un point d'appui complet, trouvons-nous une disposition toute pareille à celle que, suivant la théorie de M. de Buch, les ammonites auraient trouvée dans les lobes de leur manteau. C'est ce que l'on comprendra mieux, si l'on compare les lobes du nautile siphon avec ceux tout semblables du nautile zigzag.

L'importance et l'utilité de ces lobes dans l'une et dans l'autre des deux espèces que nous venons d'étudier nous sembleront encore plus grandes si nous considérons ces modifications des cloisons transversales sous le point de vue du support qu'elles offrent aux parois latérales de la coquille externe. Elles en étançonnent en effet les portions les plus faibles et les plus minces et leur donnent assez de solidité pour supporter une pression bien supérieure à celle qu'elles eussent supportée, si les lames internes n'eussent eu qu'une courbure simple comme dans le *nautilus pompilius*. La nécessité d'une disposition de cette nature est une conséquence de la largeur des intervalles qui partagent les cloisons entre elles. La faiblesse résultant de cet écartement des lames transversales se trouvait compensée par la présence d'un lobe unique remplissant les mêmes fonctions que les lobes beaucoup plus nombreux et plus compliqués des ammonites.

Le nautile siphon et le nautile zigzag paraissent donc être des anneaux qui rattachent les deux grands genres nautile et ammonite, et dans lesquels se voient des dispositions mécaniques intermédiaires, empruntées à l'organisation des ammonites pour être appliquées à celle du nautile. La présence de lobes analogues à ceux des ammonites a eu pour but de compenser les désavantages qui fussent résultés, dans tout autre système de construction, de la position marginale du siphon dans l'une et dans l'autre de ces deux espèces, et de la distance où sont entre elles leurs cloisons transversales (735).

Il est curieux de voir que des dispositions pareilles à celles que l'on rencontre dans les formes d'ammonites les plus anciennes se trouvent chez quelques-unes des espèces les plus récentes de nautiles fossiles, et qu'elles y aient pour but de compenser la faiblesse qui eût été une conséquence des déviations qu'offrent ces espèces par rapport à la structure normale du genre nautile. C'est encore là un de ces faits qu'il faut renoncer à expliquer dans toute théorie où l'on se refuserait à admettre l'intervention d'une intelligence régulatrice.

NÉBULEUSES. — Nous n'avons à nous occuper ici des nébuleuses qu'au point de vue cosmogonique.

« Les nébuleuses, dit M. Marcel de Serres, ne sont peut-être autre chose qu'une quantité prodigieuse d'étoiles infiniment éloignées et placées à peu près dans la même direction. C'est là l'opinion de tous les astronomes (736). »

Voilà ce que M. Marcel de Serres écrivait en 1843. Sept ans après, le 18 juin 1850, nous lisions les observations suivantes publiées par un de nos physiciens et de nos géomètres les plus éminents.

« Dans sa rapide et magnifique histoire de la création, Moïse dit que le quatrième jour Dieu fit sortir du néant les étoiles, et les plaça dans le firmament... *Fecit que Deus... stellas et posuit eas in firmamento cœli...* (*Gen.* I, 17.) En prenant ce texte dans son interprétation naturelle et littérale, il fallait bien conclure que dès le quatrième jour de la création les étoiles existaient toutes formées dans les cieux. Et cependant le grand Herschell, dont l'opinion a été acceptée au XIX^e^ siècle par les savants de tous les pays, affirma hautement qu'il y a des nébulosités qui ne sont pas de nature stellaire; qu'il existe dans les espaces célestes de nombreux amas de matières diffuses et lumineuses non condensées. Plus voisine, si l'on peut s'exprimer ainsi, de l'état élémentaire, cette matière cosmique aurait occupé

s'exerce de l'extérieur sur les cloisons transversales, dont il accroît ainsi la résistance.

Comme ce mode de structure rend impossible qu'un siphon extensible puisse se distendre dans l'intérieur même des cavités aériennes, ainsi que cela a lieu chez les autres espèces de nautiles et chez les ammonites, le diamètre du tube en entonnoir a été fort agrandi, et le siphon peut s'y dilater assez pour admettre la quantité de liquide nécessaire à faire plonger l'animal.

A chaque articulation des entonnoirs, le diamètre du siphon se contracte de la même manière que le siphon des ammonites et des nautiles se contracte dans son passage à travers les ouvertures des lames transversales qui cloisonnent ces coquilles.

Un autre point de l'organisation du siphon, que la coquille dont il s'agit nous fait connaître, c'est l'existence d'un étui calcaire de consistance molle tout pareil à celui que nous avons déjà observé dans le nautile, et qui se trouve dans l'intervalle qui sépare chacun des entonnoirs du siphon ou tube membraneux qui y est contenu. La capacité de ce tube calcaire suffisait non-seulement à contenir le siphon dans son état de dilatation, mais à contenir en outre un certain volume d'air qui avait pour effet de repousser par son élasticité le fluide contenu dans le siphon, comme nous avons supposé qu'agissait l'air contenu dans les chambres du *nautilus pompilius*.

(735) Dans quelques-unes des formes d'ammonites les plus anciennes que contiennent les couches de transition, telles, par exemple, que l'ammonites Henslowi, l'ammonite striatus, et l'ammonite sphæricus, les lobes sont peu nombreux, et presque de la même forme que le lobe unique du nautilus siphon zigzag. Comme chez ces derniers aussi, les bords des lames transversales sont simples et dépourvus de franges. L'ammonite nodosus, espèce propre aux dépôts secondaires les plus anciens du Muschelkalk, offre l'exemple d'un état intermédiaire, dans lequel le bord frangé existe déjà en partie, mais seulement les portions inférieures ou internes des bords lobés des lames transversales.

(736) *De la création de la terre*, p. 13.

la deux cent soixante-dixième partie de la surface du firmament, et l'on voulait qu'en se condensant elle donnât naissance à de véritables étoiles. Voici même l'ordre dans lequel, disait-on, se développeraient les phénomènes de ces formations successives : 1° disparition sur divers points de la lueur phosphorescente; 2° naissance de solutions de continuité, déchirures dans le rideau lumineux primitif; 3° mouvement de la matière vers les centres attractifs; 4° transformation d'une nébuleuse unique en plusieurs nébuleuses distinctes, liées quelquefois par des filets très-déliés; 5° arrondissement du contour extérieur des nébuleuses séparées; 6° augmentation plus ou moins rapide d'intensité lumineuse, de la circonférence au centre; 7° formation à ce centre d'un noyau très-apparent; 8° passage de chaque noyau à l'état stellaire avec la persistance d'une légère nébulosité apparente; 9° précipitation de ces dernières vapeurs; 10° et pour résultat définitif, autant d'étoiles qu'il y avait dans la nébuleuse de centres d'attraction distincts On se demandait : En combien de temps une seule et même nébuleuse pourrait-elle subir toute cette série de transformations? Se sont-elles réalisées, se réalisent-elles tous les jours? Assistons-nous, en un mot, à la formation de véritables étoiles? Et l'on répondait : Ce qu'il y a de certain, c'est que tous les états de la matière nébuleuse indiqués par la théorie ont été révélés d'avance par l'observation. La formation incessante des étoiles était devenue comme un premier principe de la science astronomique.

« Nous n'essaierons pas, chers lecteurs, de vous dire quel rôle extraordinaire la matière nébuleuse ou cosmique a joué dans toutes les cosmogonies et les cosmographies du XIX^e^ siècle; avec quel bonheur les savants incrédules, assez heureux pour avoir pu se passer de l'hypothèse même de l'existence d'un Dieu, se plongeaient dans ses flancs ténébreux, s'enveloppaient de ses sombres voiles, pour y tailler des mondes de toute forme, de toute espèce, de toute grandeur, etc... Ils ne sont embarrassés de rien. Demandez-leur tout ce que vous voudrez, vous serez servi à souhait. Voulez-vous le monde planétaire? écoutez : Le soleil s'était formé d'abord au sein d'une nébuleuse immense; son atmosphère, douée d'un mouvement de rotation sur son axe, était sollicitée par les forces générales de l'attraction universelle; *sa masse, maintenue d'abord à l'état de fluide par une chaleur excessive,* s'est refroidie dans la suite des temps... Le refroidissement de l'atmosphère solaire, en la réduisant successivement à des limites de plus en plus rapprochées du centre, déterminait dans toute la masse solaire une vitesse de plus en plus considérable... Les molécules équatoriales, emportées par la force centrifuge, se séparaient de la masse et formaient autour du soleil une couronne annulaire de vapeurs... Le progrès du refroidissement détachait successivement de nouvelles zones de vapeur placées à des distances du soleil de plus en plus rapprochées... *Si l'on admet donc que l'atmosphère du soleil s'étendait à l'origine à une distance de plus de* 662 *millions de lieues,* la zone de vapeurs formée à la limite de cette atmosphère primitive correspondra à l'orbite d'Uranus... Une seconde zone correspondra à l'orbite de Saturne.. une troisième à l'orbite de Jupiter, etc.

« Le refroidissement et la contraction de chacune de ces zones de vapeur pourra donner naissance tour à tour ou à un globe unique, à une planète simple; ou à un globe avec anneau circulaire comme Saturne; ou à un globe principal avec plusieurs globes satellites, comme Jupiter, Uranus, etc., ou même à plusieurs masses sphéroïdiques sensiblement égales, comme les petites planètes, qui circuleront autour du soleil à des distances à peu près les mêmes et avec des vitesses peu différentes; ou enfin à un globe entouré d'une atmosphère comme Mars et Mercure, etc., etc. La formation des comètes, des astéroïdes, de la lumière zodiacale, etc., etc., s'expliquera sans plus de peine, et nous arriverons à cette conclusion grandement consolante pour les âmes inquiètes que la pensée de Dieu importune : le système entier du monde planétaire a pu se former tout seul; il a suffi pour le constituer d'un certain amas de matière nébuleuse ou cosmique, animé d'un mouvement rapide. Et n'allez pas croire que, pour rendre raison de ce mouvement, nous ayons besoin de recourir à un premier moteur.

« Laplace affirme que l'attraction des corps placés en dehors suffit pour faire naître le mouvement de rotation de la nébuleuse solaire. Il veut que trois masses inertes, placées en présence les unes des autres, s'attirant proportionnellement aux masses en raison inverse du carré de la distance, et remplissant certaines conditions de grandeurs relatives, puissent se mettre en mouvement et commencer leurs révolutions indéfinies.

« Tressaillez donc d'allégresse, chers lecteurs : vous êtes complétement émancipés, il n'y a plus de Dieu; l'existence d'un être infini, organisateur du monde et premier moteur des globes qui roulent sur vos têtes, loin d'être nécessaire, n'est pas même probable, puisque tout s'explique sans elle. La matière nébuleuse éternelle, et dont les molécules s'attirent éternellement en raison inverse du carré de la distance, suffit à tout, rend compte de tout, des astres du firmament, de la terre qui vous porte, de votre corps, de votre âme, si vous tenez à en avoir une, de votre être tout entier.

« Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans de plus grands développements; mais ces quelques mots suffisent pour faire ressortir, d'une part, l'immense partie que la science moderne, téméraire à l'excès, a tiré de l'existence apparente, dans les profondeurs du ciel des nébuleuses et matières cosmiques; de l'autre, l'improbabilité, l'inco-

hérence, l'impossibilité même, nous le dirons franchement, de ces systèmes vagues et insaisissables, qui ne reposent en réalité que sur les hypothèses les plus gratuites et les plus inadmissibles qui furent jamais. Ah! si nous, catholiques, nous avions la folle prétention d'élever sur un si fragile échafaudage nos grandes théories religieuses, nous ne rencontrerions qu'une opposition invincible, du mépris et des injures. Nous ne nous appuyons que sur des faits éclatants comme la lumière du jour, et l'on nous accuse d'une crédulité aveugle! Nos adversaires noient l'imagination dans des flots de nébulosités impénétrables, et l'on applaudit, et l'on s'endort dans une indifférence lamentable!

« Faut-il conclure de ce qui précède que ces théories prétendues de la formation des mondes par la condensation des nébuleuses sont formellement et directement opposées à la foi, et tout à fait incompatibles avec le dogme chrétien de la création? Nous répondrons par une distinction facile. En eux-mêmes ces vagues aperçus ne constituent en aucune manière une impiété condamnable; mais très-certainement ils n'ont été mis en avant par Laplace et son école que pour échapper à la pensée compromettante d'un Dieu créateur, ordonnateur, législateur et juge. A cet égard le doute n'est pas même possible; la trop fameuse *Théorie des probabilités* à laquelle le *Système du monde* servait de préface, est la négation la plus absolue de la Providence et de la religion chrétienne. Aussi n'est-ce pas sans un profond chagrin que nous voyons des écrivains éminemment religieux se bercer à leur tour de ces rêves grandioses et puériles. Par exemple, nous ne relisons jamais sans serrement de cœur ces paroles échappées à la plume d'un prêtre savant et pieux, M. l'abbé Waterkeyn, professeur de minéralogie et de géologie à l'université catholique de Louvain :

« *L'illustre Laplace, qui a soumis avec tant de succès aux lois de la gravitation les mouvements les plus compliqués et les plus irréguliers en apparence de la mécanique céleste, a proposé aussi sur la formation des mondes une hypothèse ingénieuse, qui explique d'une manière* plausible *la plupart des phénomènes observés* (737)

« Ce mot *plausible* n'est pas seulement une témérité au point de vue de la logique et même au point de vue des saines doctrines de la physique et des mathématiques, il est une véritable faiblesse que nous comprenons, que nous excusons, car nous avons nous-même partagé quelque peu ces illusions grossières à la fois et séduisantes Plausible! Mais comment donc peut-on concevoir que des masses de fluide électrique, libres et librement suspendues dans les airs, aient pu se maintenir à cette température élevée que présuppose la formation laplacienne des mondes? Hier encore nous faisions cette question à l'un des adeptes les plus endurcis de cette école, membre de l'Institut, et nous n'avons reçu aucune réponse. Il ne nous serait pas difficile, il serait bien moins difficile à M. Cauchy d'enlever au système téméraire de l'orgueilleuse géométrie cette rigueur apparente qui fascine les regards éblouis.

« Exprimons à cette occasion un regret profond. M. Cauchy, le plus aimé et le plus célèbre disciple de Laplace; M. Cauchy, le premier mathématicien du monde, avait reçu du ciel une grande mission : celle d'étouffer sous des théories incontestables, sous des formules parfaitement rigoureuses, sous des calculs pleinement exacts, les révoltes audacieuses de son maître, les arguments futiles et mensongers par lesquels il a osé combattre Dieu, sa providence, ses révélations, sa religion sainte. Ah! nous savons, monsieur Cauchy, la douleur qui remplit votre âme quand, chaque année, vous voyez donner en prix à l'élève le plus distingué de l'Ecole Polytechnique le *Système du monde* et le *Calcul philosophique des probabilités*. Mais ce n'est pas assez de cette douleur stérile; mettez-vous à l'œuvre, il en est temps encore : accomplissez vos saintes et glorieuses destinées.

« C'est assez de digressions par trop savantes. Revenons au grand fait que nous voulions mettre en évidence : hâtons-nous de dire que ces systèmes à perte de vue sur la formation des mondes ne sont plus probablement que des ruines; ils se sont écroulés par la base avec un grand fracas. Ces vagues théories supposaient donc l'existence dans les cieux de véritables nébulosités, de matière nébuleuse diffuse et lumineuse à l'état élémentaire; or, dans les cieux, il n'y a que des étoiles, des astres tout formés, à l'état de globes parfaits et condensés. Le nombre considérable de nuages cosmiques, dont le grand Herschell avait opéré la décomposition en étoiles, à l'aide de son télescope de 40 pieds, l'avait conduit à cette conclusion hasardée alors, certaine aujourd'hui, que les nébuleuses sont de simples amas d'étoiles; qu'il n'y a d'autre différence essentielle entre les nébuleuses les plus dissemblables dans leur forme qu'un plus ou moins grand éloignement, qu'un plus ou moins grand rapprochement des étoiles composantes. Par malheur, Herschell changea plus tard d'opinion, et affirma hautement qu'il y a des nébulosités qui ne sont pas de nature stellaire.

« Tout récemment, un illustre Anglais, astronome amateur, lord Ross, a fait construire un télescope à réflexion de deux mètres d'ouverture; c'est un progrès immense, mais ce n'est pas encore le dernier mot de la science et de l'art. Or, il est arrivé que

(737) M. Godefroy, dans sa *Cosmogonie de la révélation*, ne vante pas moins la théorie de Laplace, *théorie*, dit-il, page 108, *qui fournit une explication si complète de tous les phénomènes du monde planétaire*. Parmi es savants, il n'y en a point de plus naïfs que les cosmogonistes.

(JÉHAN [DE ST-CLAVIEN]).

toutes les fois que l'on a dirigé vers une des nébuleuses du ciel ce gigantesque instrument, elle a changé complétement d'aspect, et s'est si souvent transformée en un ensemble d'étoiles complétement distinctes, qu'il y a désormais un million à parier contre un que le premier jugement d'Herschell est l'expression rigoureuse de la vérité et la confirmation éclatante de cette affirmation des livres saints : *Fecitque Deus... stellas, et posuit eas in firmamento cœli.*

« Cette résolution des nébuleuses en étoiles par l'admirable télescope de lord Ross a été accompagnée quelquefois d'apparences merveilleuses. Ainsi, la 51e nébuleuse de Messier s'est montrée formée d'étoiles disposées en spirale, dans un ordre vraiment mathématique et parfaitement symétrique ; il en a été de même de la 99e nébuleuse de Messier et de la 604e d'Herschell. La nébuleuse planétaire du Verseau 2098e d'Herschell, semblait armée de deux anses ou couronnée d'un anneau comparable à celui de Saturne; on apercevait quelquefois un centre brillant entouré d'un anneau obscur auquel succédait un anneau brillant, etc. : ailleurs, c'étaient des bandes alternativement lumineuses et sombres; partout c'était un ordre merveilleux, une disposition symétrique et parfaitement régulière. *Cœli enarrant gloriam Dei, et opera manuum ejus annuntiat firmamentum.*

« M. Arago, qui avait souvent développé dans ses incomparables leçons d'astronomie physique les systèmes par trop hardis d'Herschell et de Laplace, qui exposait avec tant de complaisance et d'amour cette théorie imaginaire de la formation des mondes, a rendu lui-même les armes. Chargé de présenter à l'Académie des Sciences l'opuscule dans lequel le savant directeur de l'observatoire d'Armagh, le docteur Robinson, rendait compte des brillantes observations qu'on avait faites avec le télescope de lord Ross, M. Arago a reconnu que la résolution des nébuleuses en étoiles était pour lui un fait démontré, une vérité incontestable. Disons donc adieu à jamais à ces nébulosités, derrière lesquelles une vaporeuse incrédulité essaya jadis de se cacher pour échapper aux rayons si doux de la philosophie chrétienne et de la foi (738).

On peut voir dans le journal l'*Institut*, n° du 30 octobre 1844, la description du gigantesque télescope de lord Ross.

Dans le même journal (n° 620, 19 novembre 1845), on trouve le compte-rendu suivant de quelques expériences faites à l'aide de ce merveilleux instrument.

« *Sur la nébuleuse* 25 *de Herschell ou* 61 *du catalogue de Messier*, par le comte Ross. — Sir John Herschell dit à ce sujet qu'il ne trouve pas de terme pour exprimer à la Section les sentiments qu'il a éprouvés en revoyant cette vieille connaissance sous la nouvelle forme que lui donne le puissant instrument de lord Ross. Il esquisse ensuite l'aspect sous lequel on aperçoit généralement cette nébuleuse qui est celle d'un noyau entouré par une lumière nébuleuse, en forme d'anneau, avec une courbe nébuleuse s'étendant d'une partie de l'anneau jusqu'à la partie opposée. Cette forme lui avait aussitôt suggéré l'idée que notre système d'étoiles, entouré par la voie lactée, le divisant en deux grandes bandes, devait présenter le même aspect si on l'examinait à une distance suffisante. Aujourd'hui, cette nébuleuse est représentée sous un nouvel aspect qui modifie grandement, sinon complétement, les premières impressions. En premier lieu, l'examen sous le plus puissant instrument fait voir que le noyau se résout en étoiles constituantes, que son télescope n'a pas été assez fort pour séparer, et il en est résulté que l'apparence qu'il avait prise pour une seconde branche de l'anneau était un prolongement nébuleux qui s'étendait de la principale nébuleuse et servait à la relier avec une nébuleuse voisine plus petite. C'est pour lui un nouveau trait dans l'histoire des nébuleuses. L'aspect général de la nébuleuse, telle qu'elle se présente aujourd'hui, offre bien plutôt les traits principaux de la coquille d'un escargot que celle d'un anneau. Il éprouve un charme inexprimable à la pensée des découvertes qu'il sera possible de faire avec ce splendide télescope, et des scènes nouvelles qu'il fournira sans aucun doute de la grandeur de la création.

« ..... En terminant, lord Ross présente les images de quelques nébuleuses telles qu'elles ont été figurées par Herschell, et telles qu'elles sont apparues dans le nouveau télescope. — Fig. 88 d'Herschell ou 2 de Messier. Un grand nombre des étoiles dans lesquelles cette nébuleuse se réduit par le télescope sont aussi grandes que celles de première grandeur à l'œil nu. — Fig. 81 d'Herschell. La nébuleuse brillante près ζ du Taureau, figurée par Herschell comme parfaitement elliptique et résoluble, mais où il n'a apparu aucune étoile, est vue dans le télescope, avec une ouverture de 3 pieds, comme un amas un peu ovale d'étoiles avec des files d'étoiles qui en rayonnent ; quelques-unes de ces files s'étendent considérablement de manière à donner en quelque sorte l'apparence d'un scorpion. — Fig. 29 d'Herschell. La nébuleuse annulaire de la Lyre présente avec le télescope de 3 pieds d'ouverture sept étoiles dont une triple. C'est un amas annulaire avec franges et le noyau nébuleux subdivisé. — Fig. 26 d'Herschell. La *Dumbell nebula* est vue comme un amas irrégulier ou plutôt comme deux amas juxtaposés et ne présentant rien de la configuration elliptique exacte de la fig. d'Herschell (739). »

Quelques années après, sir David Brews-

(738) M. Moigno, *Voix de la Vérité*, 16 juin 1850.

(739) John Herschell, dans son *Traité d'astronomie*, publié il y a vingt ans, affirmait que ce *dont on ne saurait guère douter, c'est que la plus grande partie d'entre les nébuleuses se composent d'étoiles*, et il n'admet que d'une manière dubitative l'existence de la matière phosphorescente. (Chap. 12, n° 625.)

ler, dans le discours inaugural qu'il prononça lors de la 20e réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, s'exprima ainsi en parlant des nébuleuses et des découvertes de lord Ross :

« L'œil armé du télescope géant de lord Ross, nous avons pu reconnaître la forme et les caractères de ces grands amas d'étoiles qui composent le monde sidéral. Le docteur Robinson a montré, à la dernière réunion, l'association, le dessin et la description des plus remarquables des nébuleuses résolues en étoiles par le noble instrument, et c'est avec une grande satisfaction que je puis vous annoncer que, pendant l'année qui vient de s'écouler, lord Ross et son assistant, M. Stoney, ont fait plusieurs découvertes importantes.

« Pour quelques-unes des nébuleuses, les particularités de leur structure ou du mode de distribution des étoiles qui les composent sont vraiment remarquables, et lord Ross a acquis la certitude qu'elles mettent en évidence des lois dynamiques que nous pouvons espérer de saisir. L'arrangement en spirale, si nettement prononcé dans plusieurs de ces nébuleuses, se retrouve plus ou moins distinctement dans beaucoup ; mais le plus souvent, pour me servir des expressions de lord Ross, l'arrangement de la matière lumineuse se rapproche plutôt d'une certaine forme annulaire, irrégulière et interrompue, que de la forme régulière observée dans un très-petit nombre. L'opinion de Sa Seigneurie est que ces nébuleuses sont des systèmes de nature parfaitement identiques, vus plus ou moins parfaitement, et diversement placés par rapport à l'axe visuel. Dans un nouvel examen des plus remarquables de ces amas, lord Ross se propose de les voir éclairés par la pleine lumière de son miroir de six pieds, non diminuée par la réflexion sur le petit miroir. En adoptant ainsi le mode d'observation désigné sous le nom de vue de front, il découvrira sans doute, ainsi qu'il l'espère, plusieurs nouvelles particularités propres à ces astres.»

« Vous le voyez, il n'est plus du tout question de matière cosmique, nébulaire, élémentaire, se transformant en mondes, en étoiles, en soleils nouveaux dans l'espace. Quoi qu'en dise M. Marcel de Serres (*Voy.* plus loin), le monde *est fini;* au moins, son argument tiré des nébuleuses soi-disant en voie de condensation et d'enfantement de nouveaux mondes, n'a plus aucun fondement. Qu'il soit donc bien entendu que toutes ces nébuleuses, conçues à la manière de Laplace et de son école, ne sont plus qu'un rêve qui est allé en rejoindre tant d'autres auxquels une science orgueilleuse ou impie avait réussi à donner un moment de vogue.

Mme Sommerville, dans son savant ouvrage intitulé : *De la connexion des sciences physiques*, s'exprime ainsi : « Le ciel, lorsqu'il est serein, offre à la vue des multitudes de taches nébuleuses qui, selon toute apparence, sont des amas d'étoiles; mais leur distance à la terre est si considérable, que, même avec le secours des télescopes les plus parfaits, on ne peut les décomposer (740). »

« W. Herschell a reconnu, dit Francœur, que ces nuages de vapeur blanchâtre, qui sont très-communs au ciel, et qu'on a nommés *nebuleuses*, ne sont que des amas de petites étoiles qu'il juge être 600 fois plus éloignées que toutes les autres; mais il y en a qui sont de 10 à 15 fois plus loin encore, dont les étoiles restent invisibles sous son puissant télescope (741). » Et ailleurs : « Il est vraisemblable que les nébuleuses sont, pour la plupart, des groupes d'étoiles placés à un immense éloignement de nous, et dont il suffirait de s'approcher pour qu'ils présentassent des apparences semblables à celles de la voie lactée. Les corps qui les composent sont sans doute très-distants les uns des autres dans les profondeurs des espaces célestes, et notre système, vu de ces astres, n'est lui-même qu'une partie de nébuleuse formée des étoiles voisines de notre soleil (742). »

Nous-même, dès 1840, dans la première édition de notre *Nouveau traité des sciences géologiques*, au chap. *De la Géogénie*, nous regardions les nébuleuses comme vraisemblablement toutes résolubles en étoiles distinctes.

Nous avons vu, dès les premières lignes de cet article, quelle est l'opinion de tous les astronomes, suivant M. Marcel de Serres, au sujet des nébuleuses. Ce savant n'en admet pas moins leur existence, celle de la matière cosmique ou diffuse, et la formation incessante de nouveaux mondes dans l'espace avec cette matière éthériforme.

Il vient de parler de la distance qui nous sépare de la 61e étoile du Cygne, distance que la lumière ne pourrait franchir en moins de six ans, quoiqu'elle parcoure 80 mille lieues par seconde; il continue ainsi :

« Cette étoile se déplace tous les ans, en ligne droite, de plus de 5 secondes. A la distance qui nous en sépare, une seconde correspond au moins à 80 millions de lieues. Tous les ans, la 61e étoile du Cygne parcourt au moins 400 millions de lieues, et cependant naguère on l'appelait une étoile fixe (743).

« L'imagination s'effraye de pareils nombres; et nous-mêmes nous faisons tous les ans plus de 200 millions de lieues autour du soleil. Quelque grandes que soient ces distances, elles ne sont rien en comparaison de celles qui nous séparent des nébuleuses, et surtout des plus éloignées.

« Voyons ce qui en est de leur éloignement. La voie lactée est une lueur blanchâtre produite par un nombre immense d'étoiles. Mais de ce que certaines d'entre elles ont

(740) p. 443.
(741) *Uranographie*, p. 252.
(742) *Ibid.*, p. 286.

(743) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, tom. VII, pag. 785, 1838.

une faible lumière, il ne faut pas en conclure qu'elles sont moins lumineuses en elles-mêmes que les autres. Sans doute cela peut être vrai en général; mais il est extrêmement probable que, sur le nombre, il s'en trouve d'aussi grandes que les étoiles de première grandeur que nous connaissons. Or, pour qu'une étoile de première grandeur ne nous apparaisse que comme une étoile de seizième grandeur, telle que les plus faibles de la voie lactée, il faudrait que sa distance fût rendue environ 200 fois plus grande qu'elle ne l'est en réalité : alors sa lumière mettrait plus de 1,000 ans à arriver jusqu'à nous.

« La distance est bien plus surprenante encore lorsqu'on considère celle qui nous sépare des nébuleuses. En effet, la voie lactée paraît, pour sa forme et sa constitution, tout à fait de même nature que ces nébuleuses : comme celles-ci sont en très-grand nombre, il n'est pas déraisonnable d'admettre qu'il y en a plusieurs qui égalent la voie lactée en grandeur réelle

« Si cette comparaison est juste, ainsi que tout porte à le supposer, il s'agit maintenant de savoir à quelle distance il faudrait reculer la voie lactée pour qu'elle nous apparût comme les plus grandes nébuleuses. Le calcul prouve qu'il faudrait l'éloigner à 115 fois sa distance. Or, nous avons déjà trouvé cette distance; la lumière la franchit en plus de 1,000 ans. Il faudra donc bien plus de 100,000 ans pour que la lumière nous arrive de la nébuleuse dont nous venons d'étudier la marche.

« On peut même doubler ce nombre, en considérant qu'il est vraisemblable que nous sommes au milieu de la nébuleuse appelée voie lactée, et que la lumière doit mettre 2,000 ans pour parcourir le diamètre de cette même nébuleuse. Si, en partant de ces faits, nous cherchons à quelle distance il serait nécessaire d'éloigner la voie lactée pour ne plus la voir que sous un angle de $\frac{1}{2}$ degré, qui est l'étendue des plus grandes nébuleuses, nous trouverons que cette distance est égale à 115 fois son diamètre; c'est-à-dire que la lumière ne la parcourt qu'en 115 fois 2,000 ans, ou 230,000 ans. Tel est donc l'éloignement de plusieurs des nébuleuses dont nous apercevons la lumière. C'est une conclusion surprenante, sans doute : elle n'en est pas moins fondée sur des analogies bien admissibles, et ne se trouve en opposition avec aucun fait positif (744).

« S'il n'y avait eu réellement qu'une seule création, ou, pour mieux dire, si après la création des corps célestes ceux-ci n'avaient pas reçu des appropriations particulières à chacun d'eux, les étoiles, comme les nébuleuses, seraient de la même date que l'homme, et n'auraient pas plus de 7,000 ou 7,500 années. S'il en était réellement ainsi, il y aurait aujourd'hui un grand nombre de nébuleuses dont la lumière ne nous serait point encore parvenue, faute du temps suffisant pour arriver jusqu'à nous.

« Le nombre des nébuleuses que nous apercevons est déjà extrêmement considérable. Herschell les a divisées en trois classes; il n'en compte pas moins de 2,300 parmi celles qu'il appelle nébuleuses proprement dites. Ce grand astronome rapporte à cette dernière classe les astres qui se forment tous les jours, par l'effet de la condensation de la matière éthérée, répandue, à ce qu'il paraît, en quantité immense dans les espaces célestes. Ces formations nouvelles n'ont que des analogies plus ou moins éloignées avec les nébuleuses de la voie lactée, dont nous apercevons la lumière malgré leur extrême éloignement. Elles en ont encore moins avec les aurores boréales, les aérolithes, les étoiles filantes et les cometes, quoique ces astres, aux premières périodes de leurs phases, paraissent également résulter de la condensation de la matière éthérée.

« Si donc il n'y avait eu qu'une seule création, on devrait voir, chaque année, presque chaque jour, apparaître de nouvelles nébuleuses au milieu de la voie lactée. L'observation est loin de confirmer cette continuelle apparition, ce qui prouve que cette dernière supposition est tout à fait gratuite. Le nombre de ces nébuleuses ne s'accroît que par la puissance des télescopes ou des lunettes que les astronomes emploient pour les découvrir au milieu de l'immensité de l'espace.

« Du reste, si cette hypothèse, tout à fait contraire au système d'une création primitive et d'une organisation postérieure des corps célestes qui en aurait été l'objet, était exacte, le spectacle que le ciel aurait présenté aux premiers âges du monde, à Adam et à ses descendants, aurait été aussi extraordinaire que singulier. Le premier homme n'aurait pas vu, lors de sa venue sur la terre, une seule étoile au ciel; le soleil, la lune et les planètes auraient été les seuls astres qu'il y aurait aperçus et dont il aurait joui pendant les premières six années. Au delà de cette époque, les étoiles auraient commencé à apparaître successivement, et dans un ordre inverse de leur distance à la terre. La voie lactée n'aurait donc présenté l'aspect qu'elle offre actuellement qu'au delà d'un certain nombre de siècles. Enfin aujourd'hui encore, ainsi que nous l'avons déjà fait observer, des étoiles et des nébuleuses devraient se montrer pour la première fois dans le ciel, c'est cependant ce que l'observation est loin de confirmer. Il faut l'avouer, de pareilles conséquences sont tout à fait inadmissibles; dès lors on est en droit de rejeter la supposition qui y a donné lieu. La création des étoiles et des nébuleuses a donc précédé la création de l'homme actuel d'un grand nombre de siècles; toutefois il est impossible à la science actuelle de les fixer et même de les évaluer d'une manière approximative,

(744) *Voy.* Herschell, *Traité d'astronomie*, traduit par Augustin Cournot, p. 416; Paris, Paulin, libraire, 1834, et l'*Uranographie* de Francœur, 4e édit. 1828, pag. 202.

On est ainsi amené, comme forcément, à admettre deux époques bien distinctes dans la création : la première ou la plus ancienne est celle où l'ensemble des corps célestes est sorti du néant à la voix du Créateur ; la seconde, bien postérieure, serait celle où le soleil, les planètes, et particulièrement la terre, ont reçu leur organisation définitive, et sont parvenus à leur état actuel.

« Notre globe ne pouvait en effet acquérir un état ferme et stable, que lorsque ses rapports avec le reste de l'univers auraient été définitivement réglés. Il fallait même que les précédentes créations eussent été entièrement accomplies, afin que la terre pût recevoir des végétaux et des animaux. Il était même nécessaire que les climats fussent parvenus à une stabilité assez grande pour que l'existence de l'homme ne fût pas compromise. Aussi est-il arrivé sur cette terre, le dernier entre les êtres vivants (745). »

Plus loin, M. Marcel de Serres revient sur cette opinion singulière qu'il se forme tous les jours des astres nouveaux dans les espaces célestes et qu'ils sont dus à la condensation de la matière éthérée.

« Les observations récentes d'Herschell sur les nébuleuses donnent à cette théorie, dit-il, le plus grand degré de vraisemblance. Elles prouvent du moins que les astres nouveaux dont la formation a lieu dans les espaces planétaires sont dus à des masses énormes de matières extrêmement déliées et subtiles qui se trouvent aujourd'hui même dans l'acte de leur condensation. Ce grand astronome a remarqué que parmi les nébuleuses il y en avait plusieurs dont les particules gazeuses commencent à se liquéfier et deviennent peu à peu solides, l'éclat de ces particules augmentant à mesure que la lumière diffuse perd de son intensité (746). » « Seulement, ajoute-t-il (p. 98), la rareté et le peu de densité de cette matière rendent ce travail extrêmement lent, et bien des siècles s'écoulent avant qu'il soit sensible pour nous. » On n'est point tenté de le contester, quoique l'auteur prétende quelques lignes plus haut qu'Herschell ait remarqué la liquéfaction et quasi la solidification de certaines nébuleuses (747).

Passons à un autre cosmogoniste non moins téméraire, non moins naïvement affirmatif. L'imagination est si à l'aise au milieu de cette science vaporeuse et de ces créations fantastiques qui la font ressembler aux rêves d'un malade en délire... *velut ægri somnia.*

M. Godefroy, car c'est de son livre que nous voulons parler, a beaucoup de peine à s'entendre avec MM. Laplace, Arago, etc. Il n'est pas satisfait de toutes leurs idées sur les *nébulosités ;* il modifie, il corrige, il ajoute, il retranche ; il affirme surtout que Moïse parle mieux qu'eux tous de la nature du soleil, des nébuleuses, etc. ; et, en définitif, il s'en tire lui-même comme s'il eût assisté à leur création, ou qu'il eût mis la main à l'œuvre.

« Dans la théorie de M. Laplace, le soleil est une énorme masse de feu, un océan de matière lumineuse, un noyau brillant, un globe incandescent environné d'une atmosphère qui s'étend ou peut s'étendre jusqu'au point où la force centrifuge balance exactement la pesanteur (748).

« M. Laplace avait d'abord attribué à quelque catastrophe subite et violente, cette prodigieuse expansion de l'atmosphère solaire au delà des orbites de toutes les planètes : *ce qui peut avoir eu lieu,* disait-il alors, *par des causes semblables à celle qui fit briller du plus vif éclat, pendant plusieurs mois, la fameuse étoile que l'on vit tout à coup, en* 1572, *dans la constellation de Cassiopée* (749.) Plus tard, pour des raisons que nous apprécierons tout à l'heure, il n'a plus voulu recourir à une révolution accidentelle et instantanée ; il a préféré faire du soleil un globe incandescent qui augmente progressivement en masse et en volume. *Dans l'état primitif où nous supposons le soleil, il ressemblait aux nébuleuses, que le télescope,* dit-il, *nous montre composées d'un noyau plus ou moins brillant, entouré d'une nébulosité qui, en se condensant à la surface du noyau, le transforme en étoile* (750).

« Il peut ne pas être inutile d'avertir que le télescope n'a pas encore montré aux astronomes les progrès de cette condensation ; nous voulons dire que cette transformation d'une nébuleuse en étoile est un phénomène dont les archives scientifiques n'ont encore fait aucune mention. Il faut bien dire aussi que ces étoiles nébuleuses que M. Laplace fait intervenir dans l'intérêt de sa nouvelle explication, sont précisément les objets astronomiques les moins connus de tout le ciel étoilé, et sur la nature desquels les savants sont le plus partagés.

« Selon les uns, les étoiles environnées de nébulosités seraient de grandes étoiles, centres d'autant de systèmes célestes d'une nature particulière, et leurs nébulosités seraient formées par la réunion d'une multitude d'autres étoiles trop petites pour être observées.

« Selon les autres, ces nébuleuses seraient entièrement composées d'étoiles agglomérées dans un espace resserré, et d'un éclat intrinséquement trop faible pour être individuellement aperçues, mais dont la densité

(745) *De la création de la terre,* p. 13 et suiv.

(746) *De la création de la terre,* p. 89.

(747) « On a cru pouvoir déduire immédiatement d'observations faites à différentes époques, qu'il s'est opéré des changements effectifs dans la nébuleuse d'Andromède, puis dans celle du navire *Argo* et dans les filaments isolés qui appartiennent à la nébuleuse d'Orion ; mais l'inégale puissance des instruments employés à ces diverses époques, les variations de notre atmosphère, et d'autres influences de nature optique, jettent un doute légitime sur une partie de ces résultats, quand on les considère comme des termes de comparaison légués par l'histoire des cieux. » (*Cosmos,* t. I^er^, p. 89.)

(748) *Expos. du syst. du monde,* p. 270 et 411.

(749) *Ibid.,* t. II, édition de l'an IV.

(750) *Ibid.,* p. 410 5^e^ édition. 1824.

croîtrait vers le centre, parce que là un plus grand nombre de ces étoiles se projettent les unes sur les autres, et que, par un effet d'optique, elles se rapprochent assez pour que leurs lumières réunies donnent l'image d'un point plus brillant que le reste.

« Cependant la plupart des astronomes pensent que ces astres problématiques, comme ils les appellent, sont des étoiles qui se projettent sur des nébulosités plus éloignées, ou en face desquelles viennent s'interposer des nébulosités plus rapprochées de nous, et uniquement éclairées par la lumière de ces étoiles. Dans leurs explications, une matière encore à l'état naissant, une matière restée à son état originel, une matière cosmique, diaphane, non rayonnante, non lumineuse par elle-même, constitue la nébulosité des étoiles dites nébuleuses; de même qu'une matière essentiellement ou accidentellement lumineuse constitue le disque brillant de ces étoiles, comme elle constitue le disque lumineux de notre soleil et de toutes les autres étoiles.

« Telle était aussi l'opinion du grand Herschell, qui expliquait l'apparition en 1774 et la disparition en 1811 de la nébulosité circulaire de chacune des deux petites étoiles situées au nord de la grande nébuleuse d'Orion, par l'interposition accidentelle, entre ces deux petites étoiles et la terre, d'une partie de la matière cosmique et diaphane constituant cette grande nébuleuse d'Orion.

« Cette explication est d'une trop grande importance pour que nous puissions nous dispenser de mettre sous les yeux du lecteur le précis que donnent les savants anglais des merveilleuses observations du grand astronome.

« Le 4 mars 1774, Herschell observa l'étoile nébuleuse, dans l'épée d'Orion, qui n'est que de quelques minutes au nord des grandes nébuleuses; il en remarqua en même temps deux autres semblables, mais beaucoup plus petites; une de chaque côté de la grande, et à peu près à la même distance. En 1783, en examinant l'étoile nébuleuse, il trouva qu'elle était faiblement environnée d'une couronne circulaire de nébulosité blanchâtre qui la joignait à la grande nébuleuse. En 1784, cet astronome commença à soupçonner que l'étoile n'était pas liée avec la nébulosité de cette grande nébuleuse d'Orion, mais qu'elle était semblable à celles qui se trouvent dispersées dans toute l'étendue des cieux. En 1801, 1806 et 1810, cette opinion fut confirmée par le changement graduel qui arriva dans cette grande nébuleuse, à laquelle appartient la nébulosité qui environne cette étoile; car l'intensité de la lumière près de l'étoile nébuleuse s'était, pendant ce temps, considérablement réduite, par suite d'atténuation ou de dispersion de la matière nébuleuse, et il paraissait alors très-évident que l'étoile était loin derrière cette matière nébuleuse, et que, par conséquent, la lumière la traversant se trouvait déviée et dispersée, *de manière à produire l'apparence d'une étoile nébuleuse.* Lorsque Herschell revit cet intéressant objet en décembre 1810, il dirigea particulièrement son attention vers les deux petites étoiles nébuleuses aux côtés de la grande, et il trouva qu'elles étaient parfaitement dégagées de toute apparence nébuleuse. Ceci ne confirma pas seulement son précédent soupçon sur la grande atténuation ou dispersion de la nébulosité, mais lui prouva aussi que *leur apparence nébuleuse première avait entièrement été produite par le passage de leur lumière à travers la matière nébuleuse* qui les occulta en quelque sorte. Le 19 janvier 1811, il eut un autre bel examen du même objet dans un très-bon télescope de quarante pieds; et malgré la lumière supérieure que cet instrument produisait, il ne put apercevoir aucun reste de nébulosité près des deux petites étoiles (751.)

« Les savants de notre France vont compléter cette explication.

« *Quand une étoile s'aperçoit à travers un brouillard, elle paraît être au centre d'une auréole lumineuse. Cette auréole se compose d'une portion de brouillard éclairée par l'étoile. Une cause analogue produisit, suivant l'illustre astronome, les nébulosités observées en 1774 autour des trois étoiles citées; seulement le brouillard ordinaire était remplacé par une matière cosmique, plus voisine de nous que les trois étoiles, située cependant dans les hautes régions du firmament, et en liaison immédiate avec la grande nébuleuse d'Orion. La matière ne brillait pas d'une lumière propre, puisqu'à une certaine distance des trois étoiles on n'en voyait aucune trace. Elle reflétait fortement vers notre œil les rayons stellaires qui la traversaient sous des incidences très-peu éloignées de la perpendiculaire* (752.)

« C'est en ces termes que M. Arago expose la *Théorie d'Herschell*, théorie qui explique d'une manière si satisfaisante et si rationnelle, la forme circulaire et l'affaiblissement graduel du centre à la circonférence de l'auréole lumineuse ou de la nébulosité dont paraissent environnés, par un effet de perspective, ces astres improprement appelés étoiles nébuleuses.

« Cependant le même M. Arago déclare ici qu'il n'examinera pas s'il n'aurait pas été plus simple d'assimiler les nébulosités circulaires des trois étoiles d'Orion à des atmosphères lumineuses, d'attribuer ensuite l'affaiblissement de la plus grande et la disparition des deux autres à un mouvement de ces atmosphères vers le centre de chaque étoile (753.) C'est que M. Arago a avancé précédemment qu'il y a peu de probabilité que, par un effet de projection, une étoile

(751) *Les Merveilles des cieux.* De la distance de la nébuleuse dans la constellation d'Orion. Ouvrage traduit de l'anglais sur la *treizième* édition.

(752) *Ann.* 1842, p. 443, 444

(753) *Ibid.*, p. 444.

vienne occuper *précisément le centre d'une nébulosité ronde ;* inférant de ce peu de probalité qu'il existe réellement des étoiles brillantes, entourées de nébulosités ou d'atmosphères immenses, lumineuses par elles-mêmes ; et que ces atmosphères peuvent, à la longue, se réunir aux étoiles centrales et accroître leur éclat. De là aussi l'annonce non moins inattendue, que *le souvenir de la lumière zodiacale s'emparera de notre esprit comme un nouveau trait de ressemblance entre certaines étoiles et notre soleil* (754).

« Ici les assertions du savant auteur des *Notices* n'ont plus le même caractère : s'il déclare encore qu'il ne voit rien dans les observations qui, de prime abord, puisse contrarier ce mode d'explication, il déclare aussi que *la plus stricte réserve est un devoir toutes les fois qu'on s'éloigne des opinions professées par l'illustre astronome de Sloug* (755.)

« M. Arago permettra donc que nous exposions les raisons qui nous empêchent de nous éloigner des opinions professées par le grand astronome. Notre requête sera d'autant mieux accueillie qu'on ne saurait adopter le nouveau mode d'explication, sans attribuer à Herschell l'insigne honneur d'avoir, en quelque sorte, assisté à la naissance de deux étoiles ; privilége tout spécial et que nul autre habitant de notre planète ne serait en droit de revendiquer ; car nous ne sachions pas que la science ait jamais eu à enregistrer d'actes de naissance parmi les étoiles fixes. Ce n'est pas que nous ne connaissions bien la réponse qui nous serait faite, si nous demandions quelle est la durée approximative d'une gestation stellaire.

« On nous répondrait : *Ici il faudrait peut-être des millions d'années ; là, avec d'autres conditions, des périodes beaucoup plus courtes seraient suffisantes, comme l'apparition subite de l'étoile nouvelle de* 1572 *semblerait l'indiquer* (756). Il est vrai que cet avénement n'eut qu'une durée éphémère; car, dès le mois de mars 1574, *l'étoile nouvelle* de M. Arago et de M. Laplace disparut complétement. Il est vrai aussi que pareil phénomène avait déjà été observé, dans la même région du ciel, en 945, puis en 1264, et que l'égalité des intervalles d'apparition a fait penser à tous les astronomes que ces étoiles *temporaires* sont un seul et même astre dont la période est de 300 ans. C'est ce qu'on aurait pu et c'est même ce qu'on aurait dû mentionner ici.

« Quoi qu'il en soit, puisqu'une étoile vue à travers un brouillard paraît être au centre d'une auréole lumineuse, puisque cette auréole lumineuse se compose d'une portion de brouillard éclairée par l'étoile, puisqu'à une certaine distance de l'étoile on ne voit plus aucune trace de cette prétendue auréole ou atmosphère lumineuse, il est de toute évidence que la position vraie de l'étoile relativement à une nébulosité inférieure ne change rien à sa position apparente au centre de cette nébulosité, et il est de toute évidence aussi que la forme réelle de cette nébulosité ou de ce brouillard ne change rien à cet effet de projection, ou à cette apparence d'une nébuleuse exactement circulaire, dominée par une étoile centrale. Pour que cette étoile devienne une étoile nébuleuse, en d'autres termes, pour que cette étoile nous paraisse environnée d'une auréole ou d'une atmosphère lumineuse, il suffit qu'elle se trouve, par rapport à nous, dans la ligne suivant laquelle nous regardons cette nébulosité ; il suffit enfin que cette étoile corresponde à une portion quelconque de ce brouillard, à une portion de la matière cosmique et diaphane qui constitue cette nébulosité ; et il n'est pas du tout nécessaire que cette nébulosité dépende de l'étoile, qu'elle fasse corps avec elle.

« Mais M. Arago pourrait-il ignorer qu'il est physiquement impossible que la lumière zodiacale dépende du soleil, qu'elle fasse corps avec le soleil ? M. Arago ignorerait-il qu'il serait absurde de supposer que cette zone de molécules volatiles pût, à la longue, se réunir à notre étoile centrale et accroître son éclat ? non, car il nous dira en 1844 : *Quant à la lumière zodiacale, cette pierre d'achoppement contre laquelle tant de rêveries ont été se briser, elle se compose des parties les plus volatiles de la nébuleuse primitive. L'existence de cette matière extrêmement rare, dans la région qu'occupe la terre et même seulement dans celle de Vénus, semblait inconciliable avec les lois de la mécanique ; mais c'était lorsque, en mettant par la pensée, la matière zodiacale dans la dépendance immédiate et intime de la photosphère solaire proprement dite, on lui imprimait un mouvement angulaire de rotation égal à celui de cette photosphère* (757).

« Comment donc M. Arago a-t-il pu, en 1842, nous présenter cette même existence comme une preuve de la liaison de l'étoile et de la nébulosité ; comme une preuve de la dépendance immédiate et intime de la photosphère stellaire et de la nébulosité environnante ; comme une preuve de la possibilité de la réunion des atmosphères nébuleuses aux étoiles centrales, et de l'accroissement de ces étoiles en éclat? C'est une des questions que nous n'entreprendrons pas de résoudre.

« Il serait beaucoup trop long et il serait inutile, d'ailleurs, de présenter une analyse des véritables nébuleuses, de ces objets si nombreux et si variés que l'on comprend sous la dénomination commune de nébuleuses. On sait qu'en général le trait caractéristique des vraies nébuleuses est une lumière faible et douteuse, à contours plus ou moins réguliers, dominant ou environnant de grands espaces obscurs. La lumière ne devient certaine, uniforme et bien tranchée que dans les couches nébuleuses qui approchent de la forme sphérique ou ellip-

(754) *Ann.* 1842, p. 406, 407.
(755) *Ibid.*, p. 444, 445.
(756) *Ann.* 1842, p. 432.
(757) *Ann.* 1844, p. 353.

tique. Mais alors, au lieu d'*un noyau plus ou moins brillant, entouré d'une nébulosité qui, en se condensant à la surface du noyau, le transforme en étoile*, elles nous offrent le spectacle merveilleux d'une lumière nette, parfaitement uniforme, et tout entière répandue à la surface de la nébulosité; et lumière pourtant encore bien inférieure à celle des étoiles, quoique leur volume soit incomparablement plus développé. Ce sont les nébuleuses *planétaires*, ainsi nommées à cause de leur ressemblance avec les planètes, quant à la régularité de leur forme et à la grandeur de leur diamètre apparent.

« Ces globes qu'Herschell a placés au premier rang parmi les nébuleuses *proprement dites*, ces sphères immenses qui ont offert à l'admiration des astronomes le phénomène inattendu d'une lumière toute superficielle, longtemps avant que des opérations d'un autre genre eussent révélé aux physiciens que la nature a travaillé tous les soleils sur le même plan, M. Laplace les a rejetées parce qu'elles ne répondaient ni à sa manière de voir sur la structure originelle de notre monde planétaire, ni à l'opinion qu'il s'était faite sur la constitution physique du soleil. Produisons, sans plus tarder, la description que nous font les astronomes de cette merveille, la plus significative sans doute entre toutes les merveilles des cieux étoilés, et dont pourtant M. Laplace ne nous parle que pour nous dire que *quelquefois la matière nébuleuse, en se condensant d'une manière uniforme, produit les nébuleuses que l'on nomme planétaires* (758). C'est au fils et au digne successeur du grand Herschell que nous nous adresserons, comme au juge le plus compétent dans la matière.

« *Les nébuleuses planétaires sont des objets très-étranges. Elles ont, comme leur nom l'indique, une exacte ressemblance avec les planètes : ce sont des disques ronds ou légèrement ovales, quelquefois nettement terminés, dans d'autres cas un peu brumeux vers leurs bords. La lumière est parfaitement uniforme ou très-peu nuancée, et parfois elle approche pour l'éclat de celle des planètes véritables. Ces objets, quelle qu'en puisse être la nature, atteignent des dimensions énormes. Un d'entre eux, dont le diamètre apparent est d'environ 20 secondes, se voit sur le parallèle de α du Verseau, à peu près 5 minutes en avant de l'étoile. En admettant qu'ils soient à la même distance de nous que les étoiles, leur diamètre réel serait au moins égal à l'orbite d'Uranus. Au cas que l'on veuille les regarder comme des corps solides de la nature du soleil, il n'est pas moins évident que l'éclat intrinsèque de leurs surfaces doit être infiniment inférieur à celui de cet astre. Si le soleil était reculé à une distance telle que son diamètre apparent fût de 20 secondes, il donnerait une lumière égale à celle de cent pleines lunes; tandis que les objets dont il s'agit sont tout au plus discernables à l'œil nu. L'uniformité de leur disque, et le défaut de concentration centrale apparente doivent nous faire conjecturer que leur lumière est* purement superficielle, *comme serait celle d'une écale sphérique. La cavité existe-t-elle effectivement, ou est-elle remplie par une matière solide ou gazeuse? A cet effet, le champ est ouvert aux conjectures* (759).

« Il n'est pas un physicien qui ne demeure convaincu que l'existence d'une cavité aussi immense répugne à toutes les lois de la statique et de la dynamique. La forme sphérique ou elliptique d'ailleurs indique clairement la présence d'un lien général, d'un centre d'attraction. Nécessairement une sphère lumineuse d'un diamètre aussi considérable est remplie par une matière fluide ou gazeuse, plus ou moins condensée dans toute sa capacité, mais toujours d'une densité croissante de la surface au centre d'attraction; car la solidité ne convient pas plus que le vide à un globe d'une extension aussi prodigieuse.

« Cette merveilleuse découverte offre à nos regards étonnés un point de vue aussi vaste que sublime, dans la contemplation des analogies manifestes que présentent les nébuleuses planétaires avec la structure de notre soleil. Lorsque nous interrogerons nos astronomes et nos physiciens sur la nature intime de cet astre, nous apprendrons que sa constituiton physique n'est pas différente de celle des nébuleuses planétaires; nous apprendrons que la lumière du soleil est toute superficielle, comme celle des nébuleuses; qu'elle a son siége à la surface extérieure de son atmosphère; qu'une atmosphère sombre et obscure s'interpose entre l'enveloppe lumineuse que nous voyons et le globe invisible du soleil, et que le soleil n'a point d'atmosphère au delà de cette enveloppe lumineuse. Nous saurons ainsi d'une science humaine ce que nous savions d'une science divine, longtemps avant qu'il y eût des astronomes et des physiciens; que le soleil n'a point de rang de primordialité dans le champ de la création; que ce n'est point à la condensation de l'atmosphère du soleil que nous devons attribuer la formation de la terre et des planètes. Nous saurons ainsi que c'est au système de Moïse, c'est-à-dire au réçit de la création, qu'il faut revenir, si on veut remonter à l'origine de la terre et du soleil, et de tout ce qu'il y a de commun entre ces deux corps et les autres globes planétaires.

« Comme Moïse ici fait bonne figure au milieu de toutes ces hypothèses de nos astronomes sur la nature du soleil, hypothèses les plus incertaines et qui demain seront remplacées par d'autres qui n'auront pas plus de valeur!

« La structure des nébuleuses, dites planétaires, offre tant de points de ressemblance avec le plan magnifique dessiné par l'auteur

(758 *Exposit. du syst. du monde*, p. 396.

(759) *Traité d'astronomie*, par sir John Herschell, traduit de l'anglais, par Cournot, p. 478 et 479.

de la *Genèse*, et la théorie de M. Laplace fournit une explication si complète de tous les phénomènes du monde planétaire, que, pour résoudre le grand problème cosmogonique qui a occupé les savants de tous les siècles, il n'est plus besoin aujourd'hui que d'apporter à cette ingénieuse théorie les modifications que réclament décidément les importantes découvertes de nos astronomes, et les expériences non moins décisives de nos physiciens. Or ces révélations de la science humaine sur la structure des nébuleuses, et sur la constitution physique du soleil et la nature de sa lumière, ne déposent si hautement contre le fait invoqué par M. Laplace, que pour proclamer avec plus de force la vérité du récit historique, et sanctionner ce récit dans tout ce qu'il a de plus mystérieux et de plus incompréhensible.

« Le ciel et la terre, créés à l'état de molécules élémentaires, ne formaient encore qu'une seule et même immensité d'une fluidité absolue, et déjà aux ténèbres universelles qui régnaient sur le grand tout de la création avait succédé la lumière, premier produit de la condensation, quand une condensation ultérieure vint diviser cet abîme unique en une infinité d'abîmes distincts et séparés. Cependant cette grande division n'était encore que le commencement de l'exécution de cette parole de l'Ordonnateur des cieux : *Que la condensation centrale sépare les eaux d'avec les eaux*. Notre univers ou notre ciel, cette fraction de l'unité de la création, fraction tout à la fois immense et insignifiante que nous appelons notre système solaire, composait encore un tout plus ou moins semblable au grand tout dont il venait d'être séparé, fraction, par conséquent, qui s'arrondissait, en même temps que l'intensité de son auréole lumineuse, émanée de la lumière primitive, augmentait incessamment en raison des progrès de la condensation de la masse centrale.

« En présence de ce premier aperçu cosmogonique, la science déclare que les configurations des très-grandes nébuleuses diffuses n'ont rien de régulier ; que toutes les figures qu'affectent les nuages de notre atmosphère se retrouvent dans le firmament des nébuleuses diffuses ; que la régularité des formes et des contours n'apparaît que dans les petites nébuleuses, qu'on considère comme ayant appartenu, dans l'origine, à une ou plusieurs grandes nébuleuses, ainsi transformées en nébuleuses distinctes et indépendantes ; que quelquefois il existe entre deux de ces petites nébuleuses, alors *à formes arrondies, bien distinctes, bien circonscrites, un très-mince filet de nébulosité qui rattache leurs circonférences*. On dirait, ajoute-t-elle, en signalant cette circonstance comme *très-digne d'attention, on dirait une sorte d'indice, de témoin visible de leur origine commune* (760).

« D'un autre côté, la science déclare que « la matière nébuleuse, en se condensant « d'une manière uniforme, produit les nébu- « leuses planétaires ; » et elle constate que « la « lumière de ces nébuleuses est purement « superficielle, comme serait celle d'une « écale sphérique creuse. »

« C'est-à-dire que la science déclare et constate que les opérations de la Sagesse créatrice, dans la préparation des cieux, se sont passées de la manière et dans l'ordre décrits dans nos livres saints.

« Mais voici que, tout à coup, un homme de la science émet le soupçon que, « parmi « les nébuleuses planétaires, plusieurs de- « viendraient des étoiles nébuleuse si nous « en étions plus près. »

« Je ne sais, continue M. Arago, car c'est M. Arago qui émet ce soupçon, *je ne sais, mais il me semble que toutes ces suppositions pourraient être évitées en admettant que ces nébuleuses planétaires sont des étoiles nébuleuses assez éloignées de la terre pour que l'étoile centrale ne prédomine plus par son éclat sur la lueur dont elle est entourée* (761).

« Voyons quelles sont ces suppositions que M. Arago voudrait éviter ? Produisons toutes ces suppositions.

« *Pour expliquer comment l'éclat des disques planétaires nébuleux n'est guère plus fort au centre que sur les bords, il faut admettre que la lumière ne provient pas de toute la profondeur de la nébuleuse : il faut réduire le rayonnement à être purement superficiel* (762).

« Mais, précisément, c'est ce qui est admis par la science, et par la science la plus compétente ; et, précisément encore, c'est ainsi qu'il arrive que la lumière, pareillement purement superficielle de notre soleil, n'est pas plus forte au centre que vers les bords.

« M. Arago répète son objection : *Il faut accorder, en d'autres termes, qu'arrivée à une certaine densité, la matière diffuse, laiteuse, comme on voudra l'appeler, cesse d'être diaphane* (763).

« Où est donc la difficulté ? M. Arago lui-même ne nous avertit-il pas du *danger qu'il y aurait à tirer des conséquences trop absolues des évolutions de la matière diffuse, des formes diverses qu'elle peut affecter en s'agglomérant ?* Ne déclare-t-il pas que *tout nous autorise à penser que les molécules laiteuses sont soumises, dans les vastes régions de l'espace, à des formes dont nous n'avons aucune idée* (764).

« Ces suppositions, car ce sont là toutes les suppositions que M. Arago voudrait éviter, ces deux suppositions, qui en définitive se réduisent à une seule, doivent-elles nous déterminer à nous écarter, sur ce point unique, de l'orthodoxie scientifique ?

« Les étoiles dites nébuleuses sont *exactement circulaires*. C'est là un fait constaté et indépendant de toute théorie. Mais les nébuleuses planétaires ne sont pas parfaitement

(760) *Ann.* 1842, p. 426, 427.
(761) *Ann.* 1842, p. 411, 441,
(762) *Ibid.*, p. 441.
(763) *Ibid.*, p. 441.
(764) *Ibid.*, p. 441, 442.

rondes, elles ne sont pas exactement circulaires. Généralement, leur disque est *légèrement ovale*. Sur les dix nébuleuses planétaires découvertes par Herschell, sept sont manifestement un peu elliptiques, résultat incontestable du mouvement de rotation de ces sphères immenses. Ces nébuleuses seraient-elles condamnées à perdre leur forme elliptique, c'est-à-dire leur mouvement de rotation, dans leur passage à l'état d'étoiles nébuleuses?...

« En exprimant sa propre conviction sur la lumière toute superficielle des nébuleuses planétaires, le savant astronome anglais, le fils du grand Herschell, n'a fait que reproduire la conviction de son illustre père et celle des plus habiles observateurs. Dans sa lettre écrite du cap de Bonne-Espérance à M. Quételet, en date du 8 juin 1837, et insérée dans le *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, le célèbre astronome a donné l'ascension droite et la déclinaison de 13 nébuleuses planétaires par lui découvertes dans l'autre hémisphère. *Parmi ces nébuleuses, toutes*, dit-il, *décidément planétaires, deux ou trois ressemblent tellement à des planètes, qu'elles tromperaient même un observateur exercé, à qui on les montrerait comme telles.*

« Combien il y a loin de l'aspect de nos planètes à forme pareillement *un peu elliptique*, engendrée par le mouvement de rotation, à celui de ces étoiles qu'on désigne sous le nom d'étoiles nébuleuses? Car ces nébuleuses, si improprement appelées étoiles nébuleuses, n'offrent pas seulement une forme exactement ronde ou circulaire; elles présentent encore l'apparence d'une lumière dont l'éclat va croissant de la circonférence au point central, où l'intensité de la lumière devient tout à coup considérable. Les nébuleuses planétaires, au contraire, ont une lumière parfaitement uniforme, également répartie sur tous les points de leur surface visible.

« M. Herschell ne dit pas assez quand il assigne aux nébuleuses planétaires un diamètre égal à celui de l'orbite d'Uranus. La parallaxe annuelle des étoiles ne nous permet guère de douter que leurs dimensions rectilignes ne soient au moins dix fois plus grandes encore. Le diamètre de ces nébuleuses serait déjà au moins égal à celui de l'orbite d'Uranus, si la parallaxe annuelle des étoiles, parmi lesquelles elles se trouvent, était d'une seconde. Mais il y a tout lieu de croire que, pour le plus grand nombre de nos étoiles, cette parallaxe n'est pas même d'un dixième de seconde. M. Bessel a trouvé 0"3136 pour la parallaxe annuelle de la 60e étoile de la constellation du Cygne. Cette étoile, qui a un mouvement propre annuel de plus de cinq secondes, tandis que ce mouvement est à peine d'une seconde pour la plupart des étoiles observées, se présente naturellement comme étant beaucoup plus rapprochée de nous que toutes les autres.

« Or, parmi les nébuleuses planétaires découvertes par les astronomes anglais, il s'en trouve dont le diamètre soutend un angle de 60 secondes, et dont, par conséquent, la surface visible est éloignée du centre de plus de 15 fois la distance d'Uranus au soleil (près de 300 fois la distance du soleil à la terre). Nous ne demanderons pas comment de la lumière réfléchie, partie d'un point central aussi éloigné, pourrait nous atteindre à l'énorme distance où nous sommes de ces nébuleuses. Mais il nous sera permis d'être plus que surpris que l'éclat de ces sphères immenses ne soit pas plus fort au centre que vers les bords.

« On objecte aujourd'hui qu'il faut admettre que la lumière ne provient pas de toute la profondeur de la nébuleuse. *Sans cela*, fait-on observer, *son intensité augmenterait avec le nombre de particules matérielles et rayonnantes contenues dans la direction de chaque rayon visuel* (765). Mais c'est précisément parce que cette intensité n'augmente pas avec le nombre de ces particules, qu'il demeure constaté, en faveur de notre thèse, que la lumière des nébuleuses est toute superficielle.

« Puisque *les parties des rayons visuels qui sont comprises dans une sphère vont en augmentant de grandeur en allant du bord au centre*, et donnent ainsi *la mesure de l'intensité lumineuse de toutes les parties de la nébuleuse, depuis le bord jusqu'au centre* (766). Il est indubitable que des sphères dont l'éclat lumineux est uniforme dans toutes les parties de la surface visible n'ont rien de commun avec des sphères qui ne seraient que des agglomérations d'une matière phosphorescente, et encore moins avec des agglomérations à étoile centrale.

« On objecte qu'il faut accorder qu'arrivée à une certaine densité, la matière diffuse ou élémentaire cesse d'être diaphane, qu'elle devient opaque. Nous ne voyons pas bien sur quoi porte l'objection. Opaque ou diaphane, solide ou gazeuse, la matière intérieure de ces globes célestes n'a aucune action sur la nature de l'enveloppe lumineuse, et l'état de cette matière ne peut avoir de corrélation qu'avec l'intensité de cette enveloppe sidérale. Mais n'accorde-t-on pas à M. Laplace que c'est aux dépens d'une matière diffuse ou élémentaire qui composait la nébuleuse solaire qu'ont été formés tous les corps *opaques* du système planétaire? Mais le globe central du soleil, ce globe *obscur*, ce noyau *opaque*, qu'une atmosphère semblable à l'atmosphère de nos planètes tient éloigné de sa photosphère ou de son enveloppe sidérale, n'a-t-il pas lui-même été formé aux dépens de cette même nébulosité? Ne faut-il pas accorder que la matière diffuse ou élémentaire qui constitue ce noyau, a cessé d'être diaphane, qu'elle est devenue opaque?

« Cette conséquence est nécessaire, elle est inévitable, soit qu'on considère la terre et les autre planètes comme ayant pris nais-

(765) *Ann.* 1842, p. 441.

(766) *Ann.* 1842, p. 421.

sance au sein d'une sphère circonscrite par une enveloppe lumineuse, soit qu'on veuile former tous ces corps opaques de la substance d'une nébuleuse qui aurait enveloppé l'étoile préexistante ou primitive. Dans l'une, comme dans l'autre hypothèse, il faut accorder que la matière élémentaire, arrivée à une certaine densité, devient une matière opaque : *il faut accorder, en d'autres termes, qu'arrivée à une certaine densité, la matière diffuse, laiteuse, comme on voudra l'appeler, cesse d'être diaphane.* Seulement, dans la dernière hypothèse, dans l'hypothèse du *passage d'un noyau à l'état stellaire par la précipitation de sa nébulosité environnante*, l'existence d'un noyau opaque, environné à une grand distance d'une écale lumineuse, devient un fait inexplicable, un fait impossible.

« Cette objection qui tourne contre son auteur, l'unique objection de M. Arago, est d'autant plus incompréhensible, que lui-même, dans son analyse des idées cosmogoniques de M. Laplace, exprime le regret *que l'illustre auteur ne se soit pas suffisamment expliqué touchant l'état primitif, l'état moléculaire de notre nébuleuse* (767).

« M. Laplace ne s'est pas suffisamment expliqué sur ce point, disons mieux, M. Laplace ne s'est pas du tout expliqué sur ce point, parce qu'il a recours à un soleil déjà formé, à un noyau brillant que la condensation de sa nébulosité transforme en étoile ; parce que, dans son exposition, l'existence du soleil est antérieure à la formation des planètes et des satellites; parce qu'il suppose que le corps même du soleil, que son son noyau central n'est pas distingué de sa photosphère; parce qu'il suppose que ce noyau contral constitue cette photosphère sidérale. M. Laplace ne s'est pas expliqué sur l'état primitif, sur l'état moléculaire de tout le système, parce qu'il ne s'est pas élevé jusqu'à ces sphères à lumière superficielle perdues dans les profondeurs de l'espace, et que le télescope semble n'avoir retrouvées que pour nous offrir le type de l'état originel de notre système planétaire. M. Laplace ne s'est pas élevé jusqu'à ce type primitif, parce que ce type originel ne répondait pas à l'opinion qu'il s'était faite sur la constitution du soleil et sur la nature de sa lumière. Mais M. Arago est loin de partager à cet égard les erreurs du savant théoricien. Comment donc son admiration pour ces idées cosmogoniques, proclamées *les seules qui, par leur grandeur, leur cohérence, leur caractère mathématique, puissent être vraiment considérées comme une cosmogonie physique* (768), a-t-elle pu l'empêcher de s'apercevoir qu'il se mettait en contradiction avec lui-même?

« Nous disions en 1841 : Nous ne ferons pas au célèbre académicien l'injure de croire qu'il n'a pas compris que l'existence de cette écale lumineuse, de cette enveloppe sidérale du soleil, est infiniment plus décisive encore contre M. Laplace que contre son devancier (Buffon) dans la science cosmogonique. Aujourd'hui nous sommes obligés de lui demander comment il a pu ne pas comprendre que le principe qui sert de base à la théorie mathématique du grand géomètre, est en contradiction flagrante avec tout ce que nous savons de plus positif sur la constitution physique de notre étoile, sur la nature de sa lumière, et, par conséquent, sur le mode de formation de la terre et des autres planètes aux limites successives d'une nébuleuse à enveloppe sidérale, en même temps qu'il est inconciliable avec le fait constaté de l'opacité du corps du soleil.

« Que dans l'origine la terre et le soleil, tout notre système planéto-solaire enfin ait eu la forme d'une nébulosité *planétaire*, c'est-à-dire d'un globe immense de matière élémentaire suffisamment condensée pour permettre au fluide lumineux de se répandre sur toute sa surface, c'est ce qui résulte du récit de l'historien de la création, qui nous fait assister à la naissance de la lumière, que nous voyons remplacer les ténèbres *sur la face de l'abîme*, d'où allaient être tirés, chacun séparément et successivement, tous les corps planétaires et le soleil lui-même. Que ce globe matériel ait pu s'étendre jusqu'à l'orbite d'Uranus et au delà, et beaucoup au delà encore de la planète Leverrier, c'est ce qui résulte avec la même évidence des observations astronomiques, qui assignent des dimensions bien autrement énormes, à ces sphères uniformément lumineuses, placées à des distances incommensurables de notre terre et de notre soleil (769). »

Après cette longue querelle sur des illusions d'optique et sur des êtres imaginaires, discussion au reste fort innocente, si on n'y avait pas si imprudemment fait intervenir l'historien sacré, M. Godefroy nous indique le mode de formation originel des nébuleuses. Il vient de parler des comètes et d'*attribuer leur formation à l'agglomération des molécules de l'atmosphère primitive, aux confins de la sphère d'activité de notre monde planétaire, avant que cette atmosphère eût participé au mouvement de rotation de la masse centrale.* (*Voy.* COMÈTE.)

« Il en est de même, sans doute, continue-t-il, des nébuleuses, de ces autres comètes à dimensions gigantesques, disséminées dans les profondeurs de l'espace universel, et formées aux limites des systèmes généraux de la création, comme nos comètes se sont formées vers les confins de notre système, dans des régions voisines de la sphère d'activité des autres systèmes stellaires ou particuliers qui environnent notre monde planétaire. Nous entendons parler ici tout aussi bien des nébuleuses planétaires que de ces nébuleuses informes, ou de ces amas plus ou moins diffus répandus dans l'immensité de l'espace. Or, ces corps si anciens, ces astres ébauchés, sortis les premiers du chaos universel, sont

(767) *Ann*, 1844, *Notice sur les princip. découv. astron.* de Laplace, p. 354, 355.

(768) *Ann.* 1844, p. 355.

(769) *La Cosmogonie de la révélation*, p. 97, etc.

encore, à des degrés différents, dans leur premier état de formation. Il faut donc qu'il y ait des différences essentielles parmi les molécules matérielles. L'état stationnaire de ces corps purement atmosphériques, et atmosphériques et lumineux, ne peut venir que d'une différence de nature ou de forme dans les éléments qui les constituent. Disons mieux, leur état provient de ce qu'ils ne sont composés que d'éléments semblables à tous égards dans leurs propriétés, ou que d'éléments semblables à ceux qui ont constitué les atmosphères des globes stellaires et planétaires.

« On avait cru remarquer des changements notables dans la forme et dans la visibilité ou l'éclat de quelques-unes des nébuleuses; d'où on s'était empressé de conclure que ces changements marquaient les progrès de la condensation et d'une concentration active. On avoue aujourd'hui que le fait de ces changements est au moins fort douteux; et le nouveau septicisme scientifique s'étend même jusque sur les prétendus changements observés dans les comètes (770). »

M. Marcel de Serres et les Herschell se seraient donc trop pressés d'affirmer la *liquéfaction* et même la *solidification* (*Voy.* plus haut) des comètes et des nébuleuses. Il n'y a pas de choses qu'on ne croie voir quand on est livré aux préoccupations de quelque système.

Aujourd'hui, de toutes ces nébuleuses diffuses, auxquelles on a fait jouer tant de rôles dans la genèse des mondes, il ne reste plus dans la science que des hypothèses romanesques consignées dans des livres qui seront un monument de la faiblesse de l'esprit humain, et vérifient bien cette parole de nos livres saints : *Deus mundum tradidit disputationi eorum.*

NÉOCOMIEN (ÉTAGE). — Premier étage des terrains crétacés, et le dix-septième de la série totale des formations géologiques. C'est l'époque de la première apparition des oiseaux palmipèdes. Le nom de *néocomien* dérive de *Neocomium*, dénomination latine de la ville de Neufchâtel, en Suisse. C'est la *formation wealdienne et néocomienne* de MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, le *calcaire à spatangues*, etc. On trouve un beau type de cet étage à Vandeuvre (Aube), à Saint-Sauveur et Fontenoy (Yonne), etc.

L'étage néocomien couvre, en France, une immense surface dans les bassins anglo-parisien et méditérranéen.

Dans le bassin anglo-parisien, il forme une bande non interrompue qui s'étend de la Meuse jusqu'au Cher.

En Angleterre, il suit parallèlement à l'est de l'étage portlandien, et se montre sur des parties séparées. On le connaît d'après les beaux travaux de M. Fitton et la carte de M. Murchison.

En résumé, l'étage néocomien, encore en litige il y a quelques années, se trouverait en même temps en Europe, en Amérique, et s'étendrait de la zone torride, au sud, jusqu'au 34e degré, et au nord jusqu'au 55e degré de latitude.

Dans l'ordre de superposition connu, l'étage néocomien, le premier des terrains crétacés, repose directement sur l'étage portlandien, le dernier des terrains jurassiques. Ainsi, partout où nous trouvons ces deux étages en contact nous sommes d'autant plus autorisés à les regarder comme étant dans leur position respective naturelle, que nulle part, jusqu'à présent, on n'a signalé d'âge intermédiaire, et que tout porte à croire qu'il n'en existe pas; car, avec M. Elie de Beaumont, nous y réunissons le *Weald-Clay* des géologues anglais. Ce fait nous serait encore plus démontré par ce que nous trouvons à l'est du bassin parisien, dans le pays de Bray, et en Angleterre. En effet, sur toute la ligne que nous avons indiquée, depuis Brillon (Meuse) jusque dans le Cher, ou sur une extension de *deux cent quarante* kilomètres environ, l'étage néocomien paraît reposer partout en couches presque *concordantes* sur l'étage portlandien. Dans le pays de Bray, on trouve la même concordance, et il en est de même en Angleterre sur les signes signalés. Il n'y a donc aucun doute que l'étage néocomien n'ait succédé régulièrement, dans l'ordre de superposition, à l'étage portlanddien.

Les points où l'on a rencontré plus de puissance à l'étage sont dans la chaîne des Alpines, du Ventoux, entre Marseille et Cassis, et entre Cujes et le Beausset, où des couches inclinées à 23 degrés à l'horizon, sur une longueur de près de 8 kilomètres, nous donnent 2,500 mètres d'épaisseur à l'ensemble néocomien. On ne peut douter dès lors de la durée et de la valeur de l'étage.

Dans la chaîne des Alpines, du Lubron; du Ventoux, à l'est de Martigues, à la fontaine de Vaucluse, dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Var, la puissance immense des couches néocomiennes a tous les caractères d'un dépôt sous-marin, formé au loin des côtes et par une grande profondeur. On n'y voit, en effet, aucune coquille flottante, et même on peut dire, qu'à l'exception des couches les plus inférieures et les plus supérieures, les fossiles y sont rares et dépendent, presque tous, des brachiopodes et des échinodermes, échinides et crinoïdes, qu'on sait être pélagiens. Nous croyons donc pouvoir citer les couches comprises entre Orgon et Péagère comme le plus beau type d'un dépôt sous-marin fait au loin des côtes.

Nous regardons comme les signes certains d'oscillations du sol, durant la période néocomienne, d'abord la conservation de tous les points littoraux, et surtout le recouvrement, par des couches marines, des couches terrestres, ou littorales, connues en Angleterre sous le nom de *Weald-Clay*, et qu'on a signalées dans l'île de Portland, dans la

(770) *La cosmogonie de la révélation*, p. 97-148.

vallée de Wardour, en Allemagne, et même dans le Jura, etc., etc. En Angleterre, nous expliquons ainsi la succession si remarquable du Weald-Clay. Il a d'abord fallu, à la fin de la période portlandienne, que les calcaires marins fussent surélevés pour devenir points continentaux de marins qu'ils étaient. Ce continent paraît avoir duré très-longtemps. Pendant la première période, des forêts, dont on reconnaît encore les troncs des arbres avec leurs racines, couvraient cette région. Puis ces forêts ont été remplacées par des marais où vivaient des coquilles d'eau douce; mais quelques points de ces marais devaient être peu éloignés du littoral maritime; car on y trouve des huîtres qui ne pourraient être là que par suite d'apport de la mer. Après une très-longue durée de ces dépôts terrestres et fluviatiles, un affaissement non graduel, car ce dernier aurait laissé la trace des dépôts littoraux successifs et des perturbations que la vague produit toujours sur les côtes, mais bien un affaissement brusque s'est manifesté, et a placé de suite ces dépôts terrestres sous les eaux de la mer, qui les ont de suite recouverts de sédiments marins, sans qu'ils aient pu être préalablement dérangés. Nous regardons comme un effet des oscillations la superposition immédiate, sur presque tous les points du Var et des Basses-Alpes, comme au ravin de Saint-Martin, à Barême, etc., de dépôts côtiers remplis de corps flottants, appartenant les uns aux couches inférieures néocomiennes, et les autres aux couches supérieures urgoniennes, contenant chacune sa faune spéciale bien distincte; car un affaissement de la première côte, au niveau supérieur des marées, est nécessaire pour que la seconde puisse s'y déposer immédiatement dessus.

Les discordances annoncent qu'il a certainement existé des causes géologiques assez puissantes pour interrompre l'époque néocomienne, et la séparer entièrement, par sa faune, de l'étage qui l'a suivie. Nous pouvons, jusqu'à certain point, reconnaître encore les traces du mouvement des eaux qui a dû alors avoir lieu.

Caractères paléontologiques. — Un des caractères généraux de la faune néocomienne, qui ressort de l'examen de l'ensemble, c'est qu'un très-grand nombre de genres naît à cette époque, tandis qu'un très-petit nombre s'y éteint. Ce résultat prouverait, comme on devait s'y attendre, que l'étage néocomien est, par les détails de sa faune, le commencement d'une nouvelle période d'existence, d'une nouvelle grande époque géologique, et dépend bien, dès-lors, des terrains crétacés, tandis qu'aucun lien ne la rattache directement aux terrains jurassiques. Nous avons vu, en effet, dans les étages corallien et himméridgien, s'éteindre successivement un très-grand nombre de formes animales, spéciales aux terrains jurassiques, tandis qu'il n'en naissait presque aucune dans les derniers étages de ces terrains, résultat tout opposé de ce que nous remarquons dans l'étage néocomien, que nous regardons, avec presque tous les géologues, comme le commencement de la grande période crétacée. Nous allons, maintenant, donner les caractères différentiels spéciaux de cet étage.

Pour séparer l'étage portlandien de l'étage néocomien, outre le genre *meristodon*, né et mort dans l'étage portlandien, nous avons le genre *acteonina*, qui, né antérieurement, s'éteint aussi dans l'étage portlandien, sans passer à l'étage qui nous occupe. On voit, dès-lors, que les caractères négatifs sont ici réduits à peu de chose.

Pour limiter paléontologiquement l'époque néocomienne de l'étage aptien qui lui succède immédiatement, nous avons quatre genres, qui commencent seulement à paraître à l'étage suivant, et manquent encore dans celui-ci. Parmi les poissons, un genre; parmi les céphalopodes, le genre *conoteuthis;* parmi les gastéropodes, le genre *vermetus;* parmi les échinodermes, le genre *decameros;* parmi les zoophytes, le genre *tetracœnia.*

Les genres inconnus, jusqu'à présent, dans les étages inférieurs, et parus, pour la première fois, avec l'étage néocomien, seront autant de caractères positifs pour le distinguer de l'époque antérieure. Ces genres sont au nombre de 74.

Les genres spéciaux à l'étage néocomien, qui sont nés et morts dans cette période, sont autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage aptien, où ces genres ne paraissent pas avoir vécu. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries : parmi les oiseaux, les genres *palœornis* et *cimoliornis;* parmi les reptiles, les genres *tretosternon, succhosaurus, goniopholis, hyleosaurus* et *iguanodon;* parmi les crustacés, le genre *archæoniscus;* parmi les céphalopodes, le genre *baculina;* parmi les échinodermes, les genres *hemicrinus* et *phyllocrinus;* parmi les zoophytes, les genres *aplosastrea, dimorphastrea, acanthocœnia, brachycyathus, ellipsocœnia, pentacœnia* et *thalamocœnia;* parmi les amorphozoaires, les genres *hemispongea* et *thalamospongia.* Si nous ajoutons les 14 genres suivants également éteints dans l'étage néocomien, sans passer à l'étage aptien : parmi les reptiles les genres *pterodactylus, megalosaurus, streptospondylus* et *cetiosaurus;* parmi les poissons, les genres *ophiopsis, pholidophorus, tetragonolepis* et *microdon;* parmi les bryozoaires, le genre *aspendesia;* parmi les échinodermes, le genre *disaster;* parmi les zoophytes, les genres *stylosmilia,* parmi les amorphozoaires, les genres *cribrospongia* et *parospongia,* nous aurions 34 genres pour caractères positifs entre les étages néocomien et aptien.

Sans compter les nombreuses espèces de plantes, d'animaux vertébrés et annelés, nous avons, en animaux mollusques et rayonnés, seulement le nombre de 851 espèces. En ôtant de ce nombre les sept espèces communes entre les couches les plus supérieures de l'étage néocomien et de l'étage aptien, il restera encore 844 espèces caractéristiques de cet étage, qui pourront

servir à le faire reconnaître sous toutes les formes minéralogiques.

Tous les lieux de France où se trouve l'étage néocomien contiennent des espèces identiquement les mêmes, chaque fois que le faciès de dépôt dépend de circonstances identiques. Il en est ainsi des espèces d'Angleterre, d'Allemagne, d'Italie, et surtout, ce qui est plus remarquable, des espèces recueillies dans la Nouvelle-Grenade (Colombie) par MM. Boussingault et Acosta.

Chronologie historique. — Une perturbation géologique a certainement amené la fin de l'étage portlandien. C'est alors qu'ont été anéanties, avec les deux genres éteints dans cette période, les 63 espèces d'animaux mollusques et rayonnés que nous y avons reconnues.

Lorsque après cette perturbation le calme est revenu sur la terre, il est né, dans l'étage néocomien, 74 genres inconnus dans les étages inférieurs; et, indépendamment des animaux vertébrés et annelés, 851 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, actuellement connus, viennent nous donner une idée de la composition de la nouvelle faune des terrains crétacés, si différente des faunes propres aux derniers étages jurassiques.

Les mers conservent, sur quelques points d'Europe, la même circonscription, tandis que sur d'autres elles ont changé de limites. Le grand nombre de coquilles identiques entre la Provence et la Nouvelle-Grenade en Amérique, nous porte à penser que la mer existait sans interruption depuis l'Europe jusqu'au nouveau Monde. Les dépôts côtiers des deux points nous font même reconnaître quelques lambeaux du littoral de ces mers qui s'étendaient de la zone torride jusque dans nos régions tempérées.

Les continents ont subi des changements correspondants. Ils sont restés les mêmes, à l'est du bassin anglo-parisien en France et en Angleterre, tandis qu'ils se sont plus augmentés du côté du massif breton puisque nous n'y trouvons aucun dépôt néocomien.

Les mers s'enrichissent d'un grand nombre d'animaux nouveaux. Nous y voyons en effet apparaître, pour la première fois l'ordre des foraminifères énallostègues et surtout une faune très-remarquable par le grand nombre d'espèces et la multiplicité de formes génériques qu'affectent les mollusques céphalopodes, qui y offrent des ammonites gigantesques, et des espèces remarquables par leurs sillons transverses espacés, des *ancyloceras* de deux mètres de développement, et ces genres si singuliers des *scaphites*, des *taxoceras*, des *ptychoceras*, des *heteroceras*, des *helicoceras*, des *crioceras*, etc., etc. Des reptiles remarquables, tels que les *hyleosaurus*, et les *iguanodon*, peuplent les rivages, près desquels pullulent de nombreux poissons; des mollusques jusqu'alors inconnus, tels que des turritelles, des *varigera*, des crassatelles, etc.; beaucoup d'échinodermes nouveaux, de zoophytes et d'amorphozoaires. Les nombreuses formes nouvelles, jointes au maximum de développement des espèces d'ammonites, d'ancylocéras, de crioceras, de bélemnites, de nucléolites, etc., donnent à cet étage une richesse animale bien supérieure aux deux étages précédents, et surtout un faciès d'ensemble très-tranché. Les rivages étaient encore peuplés de plantes marines, d'algues, dépendantes des cryptogames amphigènes. M. Dunker y mentionne, en effet, en Allemagne, le *confervites-fissus*.

Les continents n'étaient pas moins bien partagés; car nous y voyons apparaître deux genres d'oiseaux riverains, des tortues, les derniers représentants des ptérodactyles, ces reptiles volants si singuliers, et enfin des reptiles de 11 genres différents. Avec ces animaux, les continents nourrissent un grand nombre de plantes. M. Brongniart fait remarquer que les formes génériques sont presque toutes les mêmes que durant les terrains jurassiques. Cependant, dit-il, les cycadées, paraîtraient déjà moins nombreuses, relativement aux fougères. C'est, pour lui, la fin du règne des gymnospermes. Ce résultat, relatif aux plantes, n'est pas marqué pour les animaux. Si, en effet, pour ces derniers, beaucoup de genres des terrains jurassiques se continuent dans ce premier étage crétacé, le nombre des formes nouvelles et spéciales aux terrains crétacés est encore plus prononcé, et marque, certainement, le commencement d'une nouvelle période.

L'identité de la faune marine néocomienne, depuis la zone torride jusqu'en Provence, nous ferait croire qu'alors les zones isothermes n'existaient pas encore.

NEPTUNISTES. *Controverse entre les neptunistes et les vulcanistes.* — *Voy.* GÉOLOGIE.

NUCLEUS. *Voy.* MOLLUSQUES.

NUMMULITES (de *nummus*, écu, à cause de leur forme). — Si l'occasion nous était offerte de nous livrer à des recherches aussi minutieuses, nous rencontrerions, dans l'étude des diverses espèces connues de coquilles microscopiques, toute une série de dispositions non moins en rapport avec l'économie des petits céphalopodes qui habitent ces coquilles, que ne le sont tous les arrangements que nous avons admirés dans les plus grandes coquilles de céphalopodes perdus. M. d'Orbigny a compté jusqu'à six à sept cents de ces espèces, dont cent ont été figurées par lui grossies, représentant tous les genres (771).

(771) M. d'Orbigny, dans sa classification des céphalopodes, les répartit en trois ordres : le premier comprend celles qui n'ont qu'une seule chambre; telles sont la coquille de la seiche et la *penne*, cornée du calmar. Le second ordre est formé des coquilles polythalames qui ont un siphon traversant toutes les chambres internes et qui se terminent en une vaste chambre, au delà de leur dernière cloison. C'est ce qu'on voit dans les nautiles, les ammonites et les bélemnites. Enfin il range dans le troisième les coquilles polythalames internes qui n'ont pas de chambre au delà de la dernière cloison. Ces

La plupart de ces coquilles sont microscopiques, et abondent dans les eaux de la Méditerranée et de l'Afrique. Leurs espèces fossiles se trouvent principalement dans les terrains tertiaires, et, jusqu'à ce jour, c'est en Italie qu'on les a surtout rencontrées ; mais on en voit dans la craie de Meudon, dans le calcaire jurassique de la Charente-Inférieure, et dans l'oolite de Calne. Le marquis de Northampton en a découvert dans des silex de la craie des environs de Brighton.

Je ne m'occuperai, dans ce chapitre, que du genre nummulite, que M. d'Orbigny place dans sa section des nautiloïdes. Ces coquilles sont ainsi appelées à cause de leur ressemblance avec une pièce de monnaie. Leur taille varie depuis celle d'un écu de six livres jusqu'à une petitesse microscopique; et elles occupent une place importante dans l'histoire des coquilles fossiles, à cause de leur quantité prodigieuse dans les étages supérieurs des terrains secondaires, et dans plusieurs des couches tertiaires. Souvent on les rencontre amoncelées, et serrées les unes contre les autres comme les grains dans un tas de blé. Dans cet état, elles forment une partie considérable de la masse entière de plusieurs montagnes, comme on le voit dans les terrains calcaires tertiaires de Vérone et du Monte-Bolca, et dans les terrains stratifiés secondaires des formations crétacées : dans les Alpes, par exemple, dans les monts Carpathiens et dans les Pyrénées. Quelques-unes des pyramides et le sphynx de l'Egypte sont construits avec un calcaire rempli de nummulites.

Il est impossible que nous voyions ces masses montagneuses formées avec les coquilles d'une famille unique ainsi surajoutées aux matériaux solides qui constituent l'écorce du globe, sans qu'aussitôt cette idée frappe notre esprit, que chacune de ces coquilles en particulier a tenu une place importante dans l'organisation de quelque animal vivant, et sans que notre imagination se trouve ainsi reportée en arrière, jusqu'à ces époques reculées où les eaux de l'océan, qui recouvraient alors notre Europe, étaient remplies par des bancs flottants de ces mollusques éteints, pareils à ces bancs de beroès et de clios qui s'observent de nos jours dans les eaux des mers polaires (772).

Les nummulites, de même que les nautiles et les ammonites, sont partagées en des chambres aériennes dont l'ensemble était destiné à remplir l'office d'un flotteur; mais on n'y voit point une dernière chambre plus grande où ait pu être contenue quelque portion du corps de l'animal. Les chambres sont extrêmement nombreuses, et des cloisons transversales les partagent en petites subdivisions. Le siphon manque. La forme des parties essentielles varie dans chaque espèce appartenant à ce genre; mais leurs principes de construction et le mode suivant lequel elles remplissent leurs fonctions paraissent avoir été les mêmes dans toutes.

Les nummulites ne sont pas les seuls débris d'animaux qui constituent les couches calcaires de l'enveloppe du globe. Il est d'autres coquilles, d'une taille encore plus petite, qui ont produit des résultats plus grands et plus surprenants. Lamark (773), en parlant des millioles, petites coquilles multiloculaires dont la grosseur n'excède pas celle d'un grain de millet, et qui remplissent les couches de plusieurs carrières des environs de Paris, a fait ressortir l'influence géologique qu'ont exercée ces petits corps, en raison de leur excessive abondance. A la vue de leur taille insignifiante, dit-il, on hésite à porter l'examen sur ces coquilles microscopiques; mais on cesse de les regarder avec ce mépris, lorsque l'on considère que c'est à l'aide des objets les plus petits que la nature produit quelquefois ses plus remarquables, ses plus importants phénomènes. Ce qu'elle semble perdre en volume, dans la création des êtres vivants, elle le regagne amplement par le nombre des individus qu'elle sait multiplier jusqu'à l'infini avec une admirable promptitude. Les restes de ces individus si petits ont grossi davantage la masse des matériaux qui constituent la croûte extérieure du globe que ne l'ont fait les ossements des éléphants, des hippopotames et des baleines.

coquilles n'ont pas de siphon, mais leurs chambres communiquent entre elle au moyen d'un ou de plusieurs petits pertuis. Cet ordre de *foraminifères* a été partagé par M. d'Orbigny en cinq familles comprenant cinquante-deux genres.

Nous devons ajouter toutefois que l'opinion qui attribue à des céphalopodes la construction de ces coquilles multiloculaires est encore un objet de doute pour plusieurs d'entre elles, et qu'il y a des auteurs qui leur attribuent une origine toute différente.

(772) Cette population immense de nummulites qui fourmillait, suivant notre hypothèse, dans les anciennes mers, est représentée de nos jours par la fécondité prodigieuse de la mer du Nord. D'après ce qu'a dit Cuvier, dans son Mémoire sur le Clio boréalis, la surface de ces mers, lorsque les eaux en sont tranquilles, fourmille de tant de milliers de ces mollusques, qui plongent sans cesse et reviennent à la surface pour y respirer l'air atmosphérique, que les baleines peuvent à peine ouvrir leur énorme gueule sans engloutir des milliers de ces petites créatures gélatineuses, longues d'un pouce, et qui, avec les Méduses et quelques autres animaux plus petits, forment la base de la nourriture de ces monstrueux habitants des mers. Nous trouvons un rapprochement tout pareil dans le fait suivant, que rapporte le journal de Jameson, tome II, page 121. Le nombre des petites Méduses, dans certaines parties des mers du Groenland, est si grand, qu'un pouce cube pris au hasard n'en contient pas moins de 64; il y en a donc 110,592 dans un pied cube : et si l'on prenait un mille cube (or on ne peut douter que la mer ne soit chargée de ces petits êtres dans une étendue aussi considérable), on aura un nombre tellement effrayant, que si, supposé qu'un homme en puisse compter un million par semaine, il eût fallu employer 80,000 personnes depuis l'origine du monde pour arriver à en obtenir le compte. » — *Voyez* l'admirable leçon d'introduction faite par le docteur Hidd à son cours d'anatomie comparée; Oxford, 1824, p. 35.

(773) *Animaux sans vertèbres*, t. VII, p. 611.

O

OBJECTIONS CONTRE LA THÉORIE ASTRONOMICO-CHIMIQUE. — *Voy.* COSMOGONIE et LAPLACE.

OISEAUX. — Les oiseaux se divisent en ordres; mais ces ordres ne se distinguent guère entre eux que par des caractères empruntés à la forme du bec, des pattes, etc. Les caractères ostéologiques, qui nous avaient été d'un si puissant secours pour diviser méthodiquement les mammifères, deviennent ici insuffisants; car ils n'offrent pas, dans chacun de ces ordres, des différences assez tranchées pour les séparer convenablement. De là de grandes difficultés dans la détermination des débris fossiles d'oiseaux, d'autant plus que la partie cornée du bec et les pattes n'offre généralement pas des conditions favorables à la fossilisation, et que conséquemment ces organes sont très-rarement conservés avec les os à l'état fossile. Ajoutons que dans une classe dont les limites extrêmes sont aussi peu éloignées que dans celle des oiseaux, les zoologistes ont établi plus de cinq mille espèces vivantes. On concevra dès lors facilement que les caractères du squelette, déjà insuffisants pour la détermination des ordres, le seront bien plus encore pour celle des genres, et qu'enfin il sera impossible, dans la plupart des cas, de distinguer par ces caractères les espèces à l'état fossile. Du reste, les débris fossiles d'oiseaux sont rares, ce qui tient peut-être à l'habitude de ces animaux de vivre généralement sur le sol exondé, ou à la faculté dont ils jouissent de pouvoir fuir les inondations et d'échapper ainsi à l'envahissement brusque des eaux, peut-être aussi à la rareté même de la race aux anciennes époques géologiques, ou enfin à la nature poreuse des ossements qui les porte à surnager pendant longtemps, avant que les sédiments s'en emparent.

Les os ne sont pas les seuls débris de la classe des oiseaux qu'on rencontre à l'état fossile. Nous avons vu qu'on y rencontrait très-rarement les ongles, le bec, les plumes, etc.; on y trouve même des œufs parfaitement conservés dans leur forme. Les gypses de Montmartre présentent de beaux exemples d'oiseaux conservés avec le bec et les ongles. On possède au Muséum de Paris deux portions de plumes très-reconnaissables, qui proviennent d'un terrain tertiaire d'Auvergne, un autre échantillon provenant du gypse d'Aix, un troisième de Monte-Bolca. Quant aux œufs fossiles d'oiseaux, on dit qu'il n'est pas rare d'en rencontrer dans les terrains d'eau douce d'Auvergne; on en cite également dans les gypses d'Aix.

L'histoire que nous venons de tracer des débris fossiles de la classe des oiseaux demeurerait incomplète, si nous ne disions encore quelques mots des traces que ces animaux ont laissées sur certaines couches géologiques anciennes dont nous avons déjà fait mention, en traitant des empreintes physiologiques. (*Voy.* ce mot.) La véritable nature organique de ces empreintes ne saurait être aujourd'hui douteuse pour personne; M. Hitchcock, qui les a particulièrement étudiées, a prouvé, par de savantes recherches, qu'il n'était possible de les attribuer à aucune autre classe d'animaux marcheurs qu'à celle des oiseaux. Rencontrées dans les grès de l'étage conchylien de Massachussets, aux Etats-Unis, ces empreintes sont généralement composées de trois doigts, le médian étant plus long que les deux autres. Quelques-unes portent des ongles; quelques-unes aussi offrent un pouce en arrière, et toutes retracent bien la marche d'un bipède: car on ne trouve jamais plus de deux rangées parallèles, une de droite et une de gauche, pour chaque série de pas. Les empreintes se succèdent régulièrement, le pied droit et le pied gauche se montrant toujours à leur place respective. Quelques-unes d'entre elles mesurent des dimensions énormes; une, entre autres, semble prouver que le pied qui l'a produite n'avait pas moins de 15 pouces (anglais) de long et 10 pouces de large, sans compter l'ongle de derrière, qui avait à lui seul 2 pouces. Quatre à cinq pieds au moins d'intervalle séparent la trace de chaque pas, c'est-à-dire marque chaque enjambée de l'animal. Ces intervalles indiquent des proportions si fort au-dessus de celles des espèces vivantes connues jusqu'à ce jour (les enjambées de l'autruche n'ont que 10 à 12 pouces de long, mesure anglaise), que le géologue est porté naturellement à se demander si ce sont bien là de véritables empreintes de pas d'oiseaux. Une circonstance assez remarquable, qui se rattache au gisement des empreintes physiologiques de pas d'oiseaux, c'est que, dans les couches où celles-ci se rencontrent, on n'a jamais trouvé le moindre débris osseux d'oiseaux. On y a découvert seulement, en ces derniers temps, des coprolites qui paraissent bien, d'après leur composition chimique, devoir être attribués à des animaux de cette classe.

Cuvier divise les oiseaux en ordres qui ont presque tous des représentants à l'état fossile.

Premier ordre. *Oiseaux de proie* (*Rapaces*). — On rapporte à cette division un genre perdu : le g. *lithornis*, Owen, voisin du vautour, mais plus petit qu'aucun des genres actuellement connus. Il s'est montré dans l'étage parisien de Sheppy. On connaît encore quelques représentants des g. *haliætus*, *buteo* et *striæ*, dans l'étage parisien de Montmartre; du g. *catarthes*, dans l'étage subapen-

nin d'Auvergne; des g. *vultur, aquila*, dans le diluvium.

Deuxième ordre. *Passereaux (Passeres)*. — On cite comme genre éteint le g. *protornis*, Meyer, rencontré dans l'étage suessonien de Glaris.

Parmi les genres existants qu'on a cru reconnaître, on indique les g. *turdus*, *fringilla* et *corvus*, dans l'étage falunien de Weisenau, de Sansan; et dans les cavernes ou le diluvium, les genres *motacilla, anabates, alauda, turdus, corvus, hirundo, caprimulgus*, etc.

Troisième ordre. *Grimpeurs*. — Un genre éteint, décrit par M. Owen sous le nom d'*halcyornis*, a offert une espèce dans l'étage parisien de Sheppy (Angleterre). Les genres encore existants connus, tels que les *coccysus*, *picus*, *psittacus*, etc., sont des cavernes ou du diluvium d'Europe et du Brésil.

Quatrième ordre. *Gallinacés (Gallinaceæ)*. — On a rapporté toutes les espèces fossiles à des genres connus à l'état vivant. Le g. *perdix* a offert une espèce dans l'étage parisien de Montmartre, une autre dans l'étage falunien de Weisenau; les quatre genres *phasianus, gallus, numida, crypturus*, cités à l'état fossile, sont des cavernes et du diluvium, dès lors ils dépendent peut-être de l'époque actuelle.

Cinquième ordre. *Courreurs (Currentes)*. — Un genre perdu de cette division, le g. *dinornis*, Owen, dont on rencontre des restes abondants dans le diluvium de la Nouvelle-Zélande, était remarquable par ses dimensions et par sa forme. Sa découverte récente a vivement excité l'admiration des zoologistes. On en connaît déjà cinq espèces; l'une d'elles n'avait pas moins de quatre mètres et plus de haut; un tibia mesure 28 pouces et demi (anglais) de long; un fémur, 14 pouces de long et 7 pouces et demi de circonférence. Les dinornis étaient intermédiaires, pour la forme entre les casoars et les apteryx.

Le genre *rhéa* a montré des débris dans les cavernes du Brésil. On sait que ce genre vit encore sur le même continent.

Sixième ordre. *Echassiers*. (*Grallæ*) tous oiseaux de rivages. — On a décrit sous le nom de *palæornis*, Mantell, des os d'oiseaux rencontrés dans l'étage néocomien de Tilgate. Les autres genres qu'on a cru reconnaître sont rapportés aux formes actuelles. On cite le g. *scolopax*, dans l'étage crétacé sénonien de New-Jersey, aux États-Unis; des traces des g. *tantalus, scolopax, numenius* et *fulua*, dans l'étage parisien de Montmartre et de Halten; des traces des genres *ciconia, scolopax*, dans l'étage falunien de Weisbaden et de Weisenau; des ossements de *phœnicopterus*, en Auvergne; et dans les cavernes et le diluvium, avec les genres précédents, des *olis*, des *rallus* et des *crex*.

Septième ordre. *Palmipèdes (Natatores)*. — Un genre perdu de cette division est le *cimoliornis*, Owen, de l'étage crétacé néocomien de Maidstone (Angleterre). Parmi les genres connus à l'état vivant, on a mentionné le g. *carbo*, dans l'étage parisien de Montmartre; dans l'étage subapennin d'Auvergne et de Mombach, des *mergus*, des *anas* et des *carbo;* puis, dans les cavernes et dans les alluvions, où l'âge ne peut être rigoureusement déterminé, avec les genres cités des *larus*, des *anser* et des *colymbus*.

Resumé paleontologique sur les oiseaux. — *Comparaison générale*. — En comparant la répartition chronologique des oiseaux à la surface du globe, à ce que nous avons dit des mammifères, on s'apercevra, tout de suite, que les oiseaux fossiles ont suivi, en tout, la même loi de répartition géologique En effet, on voit encore qu'à l'exception de quelques empreintes physiologiques dans les premiers âges géologiques et de quelques genres dans les terrains crétacés, l'ensemble des oiseaux s'est montré avec les terrains tertiaires et a marché progressivement jusqu'aux dernières couches géologiques. Nous insistons sur cette concordance de résultats, dans le but de faire remarquer que les oiseaux, comme les mammifères, sont essentiellement terrestres et qu'ils respirent l'air en nature.

Après ce que nous avons dit de la difficulté de distinguer avec certitude les genres par les caractères ostéologiques, on concevra que nos généralités sur les oiseaux fossiles ne peuvent nous amener à des considérations aussi complètes que les mammifères. En effet, les oiseaux ne montrant aucune différence bien marquée dans l'instant d'apparition respective des ordres, nous pouvons croire qu'ils ont subi une même loi de répartition dans les couches terrestres.

Déductions zoologiques générales. — Si nous comparons, en remontant des époques anciennes vers l'état actuel, le nombre respectif des traces que les oiseaux ont laissées dans les couches terrestres, nous arriverons aux conclusions suivantes. A quelle époque peut-on faire remonter avec quelque certitude la première apparition des oiseaux sur le globe? C'est la première question qui se présente naturellement à la pensée. Si l'on en croit les *empreintes physiologiques* dont nous avons parlé, les premières traces d'oiseaux se seraient montrées avec l'étage conchylien, le premier des terrains triasiques (774). Malgré les savants travaux de M. Hitchcock, nous ne pouvons nous empêcher de conserver encore des doutes sur les véritables rapports de ces anciennes traces d'animaux. Rien, assurément, ne s'oppose à ce que les oiseaux ovipares à sang chaud, se soient montrés, pour la première fois, sur la terre, en même temps que les reptiles ovipares à sang froid. La difficulté, pour nous, ne se trouve pas là; mais bien dans une autre déduction générale d'une haute importance en paléontologie. C'est la persistance des formes zoologiques

(774) M. Elie de Baumont pense que le nouveau grès rouge dépend des terrains triasiques inférieurs.

à la surface du globe, quand une fois elles ont commencé à paraître. Nous avons vu cette persistance marquée aux mammifères; nous verrons aux reptiles, qu'après leur première apparition, en même temps que les empreintes physiologiques en question, les reptiles n'ont cessé de se montrer à tous les âges géologiques. Nous voyons encore, en parcourant les autres séries animales, que le fait est général. On pourrait alors se demander : pourquoi ne trouve-t-on aucun ossement d'oiseaux en même temps que ces empreintes, quand les reptiles y ont laissé leurs restes osseux? Pourquoi, si ce sont des oiseaux, ceux-ci sont-ils totalement inconnus, jusqu'à présent, dans le dernier étage triasique, et dans les dix étages jurassiques intermédiaires, qui séparent ces empreintes physiologiques des premiers restes certains d'oiseaux? On voit qu'il peut y avoir encore quelque incertitude sur la présence réelle des oiseaux à l'époque de l'étage conchylien.

Après ces traces douteuses, les premiers ossements d'oiseaux qu'on a rencontrés appartiennent aux couches terrestres de Weald-Clay, que nous croyons devoir rapporter à l'étage néocomien, le plus ancien des étages crétacés. On connaît, à cette époque, deux genres perdus (*paleornis* et *cimoliornis*). Dans les terrains crétacés, on ne cite qu'une seule espèce propre à l'étage sénonien des États-Unis. Après cela, les oiseaux ne se montrent plus en nombre qu'avec les terrains tertiaires où les mammifères ont pris leur grand développement de formes. On compte en effet, dans l'étage parisien *onze* formes zoologiques, quelques genres de plus dans l'étage falunien, tandis que dans l'étage subapennin, on en compte *vingt-neuf*. Ces chiffres, comparés à celui de 300 environ, auxquels s'élèvent les genres existants, prouveront, avec toute l'évidence possible, que les formes zoologiques des oiseaux ont constamment marché en progression croissante, depuis leur première apparition sur la terre, jusqu'à l'époque actuelle, et qu'elles sont, aujourd'hui, au maximum de leur développement générique.

Déductions géologiques. — *Les caractères stratigraphiques négatifs* donnés par les genres d'oiseaux, sont semblables à ceux que donnent les mammifères. En effet sur les 44 genres, aucun ne parcourant tous les étages, et tous étant, au contraire, cantonnés dans des étages spéciaux, ils deviennent, pour tous les terrains et pour tous les étages où ils manquent, autant de caractères négatifs, aux quels on pourra recourir pour l'âge géologique d'étages douteux. *Les caractères stratigraphiques positifs* sont encore, par la même raison, au nombre de 44; ainsi l'on voit, malgré le peu de faits donnés par les oiseaux, comparés aux mammifères, qu'ils offrent encore assez de formes spéciales dans les étages géologiques, pour donner des caractères positifs applicables à la reconnaissance des étages géologiques.

OISEAUX, *leur première apparition.* — *Voy.* CONCHYLIEN.

OMAR. *Voy.* GÉOLOGIE.

OOLITHE INFÉRIEURE. *Voy.* CALLOVIEN et BAJOCIEN.

OPHIUROIDES. — C'est un ordre d'échinodermes, embranchement des zoophytes. Corps discoïdal, déprimé, pourvu de bras non creux; organes spéciaux de locomotion, et indépendants de la cavité viscérale. Une bouche servant en même temps d'anus; des pédicules respiratoires retractiles; ovaires dans le disque. Charpente osseuse testacée, extérieure au corps, et formée quelquefois de plaques dont le nombre est déterminé, sans plaque madréporiforme; la bouche stelliforme est au centre. Les bras, sans canal intérieur, sans sillons inférieurs, sont soutenus intérieurement par une série de pièces vertébrales centrales; et, de plus, pourvus en dehors de nombreuses plaques ou d'épines disposées régulièrement. Les *ophiuroïdes* se tiennent toujours la bouche en bas et rampant ainsi sur le sol.

Le nombre restreint de genres ne nous permet pas d'autres généralités que les suivantes. Le premier genre connu s'est montré avec l'étage murchisonien. Les autres sont ainsi répartis : 2 dans les terrains paléozoïques, 3 dans les terrains triasiques, 5 dans les terrains jurassiques, 2 dans les terrains crétacés, tandis qu'un fort maximum se trouve dans les mers actuelles. Ainsi les *ophiuroïdes* sont certainement encore dans une pleine voie de développement de formes zoologiques.

OR. *Voy.* l'*Introduction.*

ORDRES D'ANIMAUX FOSSILES AUX DIFFÉRENTS AGES DU MONDE. *Voy.* PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE, — *leurs périodes croissantes et décroissantes.* — *Voy.* ibid.

ORIGINE DE LA TERRE, DU SOLEIL, DES PLANÈTES, DES COMÈTES, etc. *Voy.* ces mots.

ORTHOCÉRATITES. — Ce sont des mollusques ainsi nommés à cause de la forme ordinaire de leur coquille, qui est celle d'une corne droite. Les orthocératites commencèrent à se montrer à peu près à la même époque reculée que les nautiles, dans les mers où se déposèrent les couches de transition, et ils s'en rapprochèrent tellement par leur structure, que nous pouvons prononcer que c'étaient des coquilles remplissant de même les fonctions de flotteurs à l'égard de quelques mollusques céphalopodes. Ce genre se compose d'un grand nombre d'espèces qui abondent dans les terrains stratifiés de la série de transition; et c'est un de ceux qui, appelés l'un des premiers à prendre place sur la surface de notre planète, ont presque complètement disparu dès une époque très-reculée (775).

(775) *Voy.* D'ORBIGNY, *Tableau méthodique des céphalopodes.*

Il n'existe à ma connaissance que deux exceptions à ce fait général que le genre orthocératite s'éteignit avant le dépôt des terrains secondaires. Une petite espèce douteuse, trouvée dans le lias de Lyme-Re-

De même que les nautiles, les orthocératites sont des coquilles multiloculaires dont les cloisons transversales ont leur concavité tournée vers l'extérieur et sont percées à leur centre ou près des bords pour le passage d'un siphon. Le tube destiné à loger ce dernier varie dans son diamètre plus que celui d'aucune autre coquille multiloculaire; car il atteint depuis un dixième jusqu'à la moitié du diamètre total de la coquille elle-même, et souvent il prend une forme renflée qui dût permettre la dilatation d'un siphon membraneux. La base de la coquille, en avant de la dernière cloison, offre une cavité plus grande, où le corps de l'animal paraît avoir été en partie contenu.

Les orthocératites sont de forme droite et conique, et offrent avec les nautiles les mêmes rapports que les baculites avec les ammonites. Les orthocératites, en effet, pourvues de cloisons transversales simples, ressemblent à des nautiles que l'on aurait redressés, tandis que, dans les secondes ainsi que dans les ammonites, les chambres aériennes sont formées par des cloisons transversales sinueuses. Les orthocératites varient considérablement dans leurs formes extérieures et dans leur taille; il en est qui ont trois pieds de long avec un diamètre d'un demi-pied; et on a compté jusqu'à soixante-dix chambres aériennes dans un seul individu. L'animal, qui avait besoin d'un semblable flotteur pour se soutenir au sein des eaux, dut surpasser de beaucoup, par ses proportions, les plus gigantesques de nos céphalopodes actuels; et le grand nombre d'orthocératites que l'on rencontre parfois dans un seul bloc de pierre prouve jusqu'à quel point ces mollusques abondaient dans les eaux des océans anciens. On en trouve des quantités considérables dans les blocs d'un marbre de couleur rouge obscur, appartenant au calcaire de transition de l'île d'Oëland, et que l'on transporte depuis quelques années dans plusieurs parties de l'Europe, pour l'employer dans les constructions architecturales (776).

OSCILLATIONS DU SOL; *leur rôle dans la formation des couches carbonifères.* — *Voy.* CARBONIFÉRIEN.

OURS. — *Voy.* MAMMIFÈRES.

OXFORDIEN (ETAGE). — Le septième étage des terrains jurassiques et le treizième de la série totale des formations géologiques. Il tire son nom d'*Oxford*, ville d'Angleterre, où il se trouve comme type, ainsi qu'à Trouville (Calvados), etc.

Presque partout où se trouve l'étage callovien, se remarque dessus l'étage oxfordien. En résumé, on le rencontre depuis le 40° jusqu'au 68° de latitude nord.

Sur certains points du sud-ouest de la France, dans le centre et surtout dans les Alpes, on peut évaluer de 100 à 150 mètres la puissance de l'ensemble.

En Russie, une surface longue de 25, et large de 23 degrés, a cessé d'être une mer à la fin de cet étage et est redevenue une partie continentale. Cette surélévation de couches restées presque horizontales est-elle la suite d'une force intérieure soulevante, ou est-elle due à un changement de niveau dans les mers? Nous nous bornerons à dire que nous croyons que cette surélévation est produite par l'abaissement des eaux, qui a mis à sec des parties peu profondes des mers. Il paraît, au moins, en être ainsi pour la Russie; car le manque de crinoïdes de bryozoaires et de zoophytes; l'abondance des céphalopodes, des gastéropodes et des lamellibranches, ne nous donnent partout, que des points déposés sur une côte ou peu au-dessous des marées, ce qui pourrait expliquer le desséchement de ces parties, sans une différence de niveau de plus que de quelques mètres. Dans tous les cas, que le mouvement se soit fait sentir d'une manière ou de l'autre, nous le croyons assez considérable dans ce qui nous en est connu, pour que nous puissions lui attribuer la fin de la faune oxfordienne, dont les limites, sur les couches concordantes des points non disloqués, coïncident si bien avec ces parties isolées de l'époque.

Le polissage, la corrodation de l'étage oxfordien d'Escragnolles (Var), avant qu'il ne fût recouvert par d'autres sédiments, est encore une preuve du mouvement des eaux, qui l'a ainsi dénudé et usé.

Caractères paléontologiques. — Les caractères généraux de cette faune sont très-remarquables. Ce n'est plus ici un ensemble sans couleurs, mais, au contraire, une curieuse époque de recrudescence de création très-tranchée parmi les terrains jurassiques. C'est, en effet, dans la période jurassique, l'étage où il naît le plus de formes jusque-là inconnues, et où plus de formes spéciales y naissent et y meurent, comme on le verra dans les caractères stratigraphiques suivants :

Pour séparer l'étage oxfordien de l'étage callovien, de plus du genre *palæoteuthis* né et mort dans l'étage callovien, nous avons deux autres genres qui, nés antérieurement, s'éteignent aussi dans l'étage callovien, sans passer à l'étage oxfordien : parmi les reptiles, le genre *ichthyosaurus;* parmi les poissons, le genre *pachycormus.*

gis, et une autre appartenant au calcaire alpin de la formation oolitique de Halstadt, dans le Tyrol, sont les deux plus récentes que l'on ait encore signalées.

(776) Une portion du pavé de la cour du palais de Hampton, le pavé de la salle du collége de l'université à Oxford, plusieurs tombeaux des rois de Pologne, à Cracovie, ont été exécutés avec ce marbre, dans lequel se montrent un grand nombre de coquilles d'orthocératites. Les plus grandes espèces que l'on connaisse se trouvent dans le calcaire carbonifère de Closeburn, dans le comté de Dumfries; elles sont à peu près de la grosseur de la cuisse. La présence de ces mollusques gigantesques paraît témoigner de la haute température qui régnait alors dans les régions septentrionales de l'Europe. (*Voy* M. SOWERBY, *Min. conch.*, pl. CCXLVI)

Pour separer paléontologiquement l'époque qui nous occupe de l'étage corallien qui lui succède immédiatement, nous avons, indépendamment des plantes, 36 genres qui commencent seulement à paraître dans l'étage suivant, et manquent encore dans celui-ci.

Les genres inconnus aux étages inférieurs, et apparus pour la première fois dans l'étage oxfordien, seront autant de caractères positifs pour les distinguer de l'époque antérieure; ces genres sont au nombre de 78.

Les genres spéciaux à l'étage oxfordien, qui sont nés et morts dans cette période, sont autant de caractères positifs pour les distinguer de l'étage corallien, où ces genres ne sont pas inconnus. Nous avons 78 genres ou formes animales spéciales, ce qui est réellement énorme, relativement aux limites stratigraphiques données par la stratification; car ces différences annonceraient les limites les plus tranchées entre les deux.

Sans compter les nombreuses espèces d'animaux vertébrés et annelés, et des plantes qui s'élèvent à quelques centaines, nous avons, en animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 739 espèces. En ôtant de ce nombre les 22 espèces communes à la fois à l'étage callovien et les 15 suivantes communes avec l'étage corallien, il restera encore 702 espèces caractéristiques de cet étage qui pourront servir à le faire reconnaître.

Chronologie historique. — A la fin de l'étage callovien, probablement par suite d'une perturbation géologique, ont été anéanties, avec quelques genres, avec des espèces d'animaux vertébrés et annelés, 255 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Lorsque le calme s'est rétabli dans la nature, sont nés, avec l'étage oxfordien, 78 genres d'animaux de toutes les classes, jusqu'alors inconnus, et plus de 800 espèces d'êtres et de plantes, complétant l'animation de cette curieuse époque du monde animé.

Les mers oxfordiennes ont conservé la même extension qu'à l'époque précédente, seulement elles se sont de nouveau retirées tout autour des bassins anglo-parisien et pyrénéen, par suite d'atterrissements littoraux. Elles s'étendaient sur les mêmes points d'Europe, et probablement sans interruption, d'un côté, jusqu'en Asie-Mineure, et de l'autre en Russie; car il y a trop d'espèces communes entre la France et ces contrées lointaines jusqu'à la mer Glaciale, pour croire qu'il existait des limites entre ces points des mers oxfordiennes.

Les continents devaient être aussi les mêmes, au moins en France, en Angleterre et en Russie, à cela près, cependant, dans les premières contrées, d'atterrissements nouveaux au pourtour des bassins. Comme à l'étage précédent, les détroits breton et vosgien forment un isthme; l'îlot du Jura est le même, ainsi que les autres points continentaux.

Les mers s'enrichissent d'un grand nombre d'animaux nouveaux; nous y voyons, en effet, apparaître, avec le premier règne des crustacés décapodes, les premiers crustacés isopodes, les premiers règnes des amorphozoaires testacés; et, dans toutes les autres classes, soit le maximum de développement de quelques familles, comme celles des pycnodidées, des lépidoptéridées, parmi les poissons, un grand nombre de genres nouveaux de toutes les classes, parmi lesquels nous distinguons des céphalopodes remarquables, comme la *sèche*, les *léptoteuthis* et les *acanthoteuthis*, des venus, beaucoup de genres de crustacés, d'échinodermes, de polypiers et des spongiaires. Les nombreuses formes nouvelles jointes au maximum de développement des espèces des genres *pholadomya*, *myoconcha*, *rhynchonella* et *eugeniacrinus*, donnent à cet étage une richesse animale bien supérieure à celle des époques antérieures.

Les continents n'étaient pas moins bien partagés; car nous y voyons apparaître, pour la première fois, des représentants nombreux des ordres des insectes hémiptères, hyménoptères et lépidoptères. Nous voyons encore le second règne des grands reptiles riverains composé de quelques genres déjà cités, et de 10 genres nouveaux, parmi lesquels les *gnathosaurus*, les *rachœosaurus*, les *pleurosaurus*, les *geosaurus*, les *spondylosaurus*, et surtout ces singuliers reptiles volants nommés *pterodactylus*.

L'identité de la faune marine oxfordienne depuis le 40e de latitude jusqu'à la mer Glaciale nous ferait croire qu'à cette époque les zones isothermes n'existaient pas encore, neutralisées qu'elles étaient par la chaleur centrale de la terre.

Par ce que nous avons déjà dit de la perturbation finale, on voit qu'elle a probablement déterminé la fin de la période oxfordienne, et que la perturbation coïncide avec les limites des faunes dans les couches terrestres.

OXYGENE, *son rôle dans la constitution de la terre.* — *Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES DU GLOBE TERRESTRE.

P

PACHON (M. L'ABBÉ). — M. l'abbé Pachon est un prêtre savoisien qui a publié, tout récemment, un petit ouvrage intitulé : *Origine des fossiles et des continents*, ou *Nouvelle théorie de la terre*. Cet auteur admet la création immédiate des fossiles et des strates qui les renferment. Selon lui, les débris d'animaux et de végétaux que nous trouvons dans le sein

le la terre n'ont jamais vécu, et ni les couches terrestres ni les montagnes ne sont l'effet des causes naturelles. Nous allons citer : c'est le moyen de faire connaître au lecteur la valeur des considérations que M. l'abbé Pachon développe dans son livre.

Voici d'abord l'*Avant-Propos* :

« Les plantes et les animaux sont pétrifiés depuis la superficie jusqu'au centre des rochers, des montagnes, jusqu'à une profondeur inconnue. Leur origine a été merveilleuse pendant les jours de la création ; l'univers a été créé informe et perfectionné ensuite ; les deux règnes sont entrés dans ce plan ; les Pères nous apprendront bientôt qu'ils sont sortis de la terre comme du sein de leur mère; nous dirons en toute lettre, ou au moins dans les principes, qu'ils y avaient reçu l'existence dès le premier jour. Ils ne l'ont donc point reçue à la surface, qui était recouverte par les eaux, mais dans l'intérieur des terres meubles et des rochers alors en état de mollesse. Les rochers ont été durcis au troisième jour, au moment de la construction des montagnes ; une abondance prodigieuse de plantes et d'animaux étaient par cela même destinés à rester fossiles, à orner, embellir les couches régulières, à former un vaste muséum sous les royaumes et les empires : ce sont les plantes et les animaux pétrifiés ; ils sont dans les nombreuses conditions de leur création informe, dans les nombreuses conditions de l'état primitif et de l'état perfectionné du globe. Les deux règnes qui avaient été créés dans les terres incohérentes ont reçu la vie aux troisième, cinquième et sixième jours, vivent maintenant à la surface : tous ont eu primitivement la même origine.

« Vous direz qu'il y a de l'inconvenance à ce que les deux règnes aient d'abord existé avant de recevoir la vie, qu'ils aient existé pêle-mêle avec les terres, les rochers encore en état de mollesse. Mais ces faits n'arrivent-ils pas encore tous les jours d'une manière à peu près semblable ? Ne savons-nous pas que les animaux, sans parler des hommes, reçoivent d'abord l'existence, ensuite la vie dans le sein de leurs mères, qu'ils y demeurent plusieurs mois ? Leur naissance primitive n'était-elle pas beaucoup plus décente, plus honorable ? Ne voyons-nous pas les plantes naître et demeurer toujours fixées en terre? Si l'on veut réfléchir, l'on conviendra qu'il y a moins d'inconvenance à ce que les deux règnes soient privés de la vie avant de l'avoir reçue qu'après l'avoir possédée ; or ne la perdent-ils pas tous après l'avoir possédée? Ne se couvrent-ils pas de terre comme ils l'étaient dès le premier jour ? L'ordre présent n'est-il pas une justification surabondante de l'ordre primitif? Ce qui arrive dans tout l'univers depuis si longtemps ne pouvait-il pas avoir lieu une fois d'une manière un peu différente ?

« Les animaux, ainsi que les plantes, sont de la boue organisée, ils ont d'abord été confondus avec cette boue; ils ont laissé à l'homme le privilége d'être seul créé à la surface ; leur origine a manifesté et leur bassesse relative et notre éminente dignité. Ils ont existé informes avant de recevoir leurs dernières perfections, afin d'entrer ainsi dans le plan de toutes les créatures. Ils n'avaient point d'habitation préparée, l'intérieur de la terre était le seul lieu qui leur fût convenable ; ils devaient d'abord y exister avant de venir à la surface où sont leurs dernières fins, comme nous vivons d'abord à la surface avant d'entrer dans l'éternité, où sont nos dernières fins. La dernière cause de leur création informe, parmi les substances minérales, c'est que Dieu en a destiné un nombre prodigieux pour y rester, pour être la pierre angulaire du temps, etc. Leur origine primitive serait impossible maintenant que les rochers sont durcis, que l'ordre a changé; mais elle était aussi convenable, aussi nécessaire dès le premier jour que la naissance actuelle des animaux dans le sein de leurs mères, des végétaux dans la terre.

« Les fossiles, étant parfaitement connus, suffiraient maintenant, eux seuls, pour prouver leur véritable origine : il en faut dire autant des masses fossilifères, du grand ouvrage de la construction. Les continents ont toujours été visibles ; on ose dire enfin que leur origine immédiate avait été la doctrine du christianisme ; qu'elle était prouvée par les philosophes, les docteurs; donc les fossiles ont la même origine, donc ils appartiennent à la création informe. L'origine immédiate est opposée à celle professée de nos jours, mais elle est la doctrine ancienne comprise dans ce qu'elle avait de mystérieux, connue dans les riches trésors qu'elle avait de cachés, confirmée dans ce qu'elle avait de manifeste : elle éclaire aussi d'une vive lumière toute la géologie.

« On sera forcé de convenir que cette origine a toutes les conditions essentielles pour être vraie : serait-il possible après cela qu'elle fût fausse? Eh bien, soit ! Le seul parti raisonnable sera encore de la croire et très-fermement ; c'est ainsi que dans un autre ordre de choses nous recevons la relation des sens, le témoignage des hommes, la vraie religion, quoique tout serait illusion et mensonge sur la terre. Je prouverai que les fossiles, les autres phénomènes ont les rapports les plus intimes avec l'origine immédiate. Celui qui voudra la réfuter doit prouver que ces rapports existent avec l'origine maintenant professée, doit prouver que les philosophes et les docteurs lui sont également favorables. Tout mon ouvrage expose des faits certains, des doctrines incontestables, en déduit des conclusions ; il faudrait montrer que ces faits et ces doctrines ne ne sont pas vrais, ou que les conclusions ne sont pas légitimes ; il faudrait raisonner contre moi exactement comme je raisonne moi-même ; on n'osera l'entreprendre, par la raison que deux doctrines opposées ne peuvent être véritables.

« Quels sont donc les moyens pour réfuter cet ouvrage? Ce sont ceux que peut avoir une cause perdue ; c'est de faire valoir des

spéciosités de nulle valeur ; c'est de s'en tenir à des généralités qui ne disent rien ; c'est d'embrouiller l'état de la question, de dire que les deux origines peuvent être vraies; qu'il y aurait de la témérité à décider laquelle est véritable. Les géologues, les académiciens diront qu'il faut être savant, qu'il faut être de leur société pour juger cette grande question. Je réponds que l'origine immédiate donne des moyens de discussion entièrement opposés à ceux dont ils se sont servis ; elle est un monde qui commence où finit le leur ; il faut de la science, de la philosophie, de la théologie qu'ils n'avaient pas. Toute leur science du passé ne peut servir qu'à surveiller, si je rapporte exactement, les faits nombreux qu'ils ont découverts : après dix années d'étude, j'espère avoir mis cette grande discussion à la portée des intelligences les plus ordinaires. On dira que je condamne ce que les premiers pasteurs ont toléré ; je réponds que la tolérance était un mal nécessaire, une œuvre de sagesse jusqu'à ce que la vérité fût connue : dès lors, chacun peut et doit croire ce qu'on croyait dans les siècles passés. Je rapporterai fidèlement la croyance antique, je la soumets aux Pasteurs qui seuls ont le droit de décider ; je déclare que je suis entièrement soumis à leurs décisions ; je désire que les partisans de l'origine médiate soient animés du même esprit. On m'objectera que les incrédules rejettent la doctrine ancienne ; mais ils doivent la croire, puisqu'elle se change en prophétie : les fidèles croient cette doctrine, et c'est spécialement pour eux que cet ouvrage est composé.

« On me demandera encore quelle est l'importance réelle de l'origine immédiate : c'est de faire connaître que les continents, l'univers, toutes les merveilles découvertes par les géologues sont l'ouvrage même de la création ; c'est de dévoiler des méprises, des erreurs, uniques dans les annales du monde, les difficultés infinies qui en ont été la conséquence ; c'est de reculer les bornes de la géologie ; c'est d'éclairer d'une vive lumière la doctrine ancienne, d'en faire voir les trésors inconnus : elle est à la science moderne ce que la prophétie est à l'événement ; c'est de ruiner l'athéisme, le panthéisme ; c'est de faire connaître, adorer, glorifier Dieu. La nature même de l'origine immédiate est d'opérer tous ces prodiges. »

Après cette petite introduction, l'auteur entre en matière et s'adresse aux géologues, comme il suit.

« *Les plantes et les animaux sont sortis de la terre : ils y avaient reçu l'existence dès le premier jour ; un nombre prodigieux y sont restés pour l'orner, l'embellir ; ce sont les fossiles proprement dits.*

« A MESSIEURS LES GÉOLOGUES.

« Messieurs,

« Je viens faire connaître l'origine merveilleuse des plantes et des animaux qui sont pétrifiés dans les couches régulières ; que vous avez découverts en si grande abondance dans presque toutes les régions ; qui descendent à une profondeur inconnue, et qu'on peut croire être au moins de deux lieues au-dessous du niveau des mers. Je prouverai cette origine jusqu'à la démonstration ; j'ignore néanmoins comment elle sera reçue de mes contemporains. Nous savons tous que les vérités maintenant élémentaires, ont semblé d'abord fausses, paradoxales ; c'est ce qui est arrivé à l'égard des antipodes, de l'immobilité du soleil, du circuit de la terre : c'est ce dont vous avez fait l'expérience ; vous aviez beau dire : Venez, voyez, examinez ; les hommes ont refusé longtemps de croire les merveilles dont la terre est remplie ; il n'y aurait rien de surprenant, s'ils en rejetaient la véritable origine.

« Commençons par exposer en peu de mots celle que vous professez. Vous dites que ces plantes, ces animaux ont vécu dans un monde antérieur au nôtre, et qui aurait duré des myriades d'années ; que les continents ont été formés jusqu'à une profondeur inconnue par dépôt successif, par l'intermède des eaux et du feu ; que des forces souterraines auraient ensuite redressé les couches, soulevé les montagnes ; que les vallées ont été creusées par érosion ; que la surface du globe n'est point l'ouvrage du souverain Architecte, mais celui des agents naturels, des causes inintelligentes.

« Toute cette doctrine est la conséquence nécessaire de l'origine que vous donnez aux fossiles proprement dits ; elle renferme des difficultés insolubles, et dont le nombre ne peut se compter ; c'est votre aveu, celui de tous ceux qui veulent réfléchir. Les fossiles n'ont point l'origine, si vraisemblable au premier abord, que vous leur attribuez, mais une entièrement différente, qui est une grande merveille du Créateur, qui ruine toutes vos utopies par leur fondement ; je vais la faire connaître. Si elle est, au premier abord, supérieure à notre intelligence, parce qu'elle est nouvelle, elle conduit à des conclusions claires, évidentes ; si elle semble incroyable, comme les antipodes, je prie le lecteur de considérer les abîmes où conduit l'origine contraire.

« On a toujours enseigné que l'homme a eu l'honneur, le privilége d'avoir été seul créé à la surface ; que les plantes, les animaux ont une origine de beaucoup inférieure ; qu'ils sont sortis de la terre. Il est maintenant certain qu'ils y avaient reçu, dès le premier jour, l'existence dans leur propre nature avant de recevoir la vie aux troisième, cinquième et sixième. Cette création est justifiée avec surabondance par la naissance actuelle des animaux dans le sein de leurs mères où ils demeurent plusieurs mois ; par la naissance de tous les hommes ; elle était, au contraire, beaucoup plus décente, plus honorable. Nous verrons qu'une fois croyable, elle est le sens littéral du texte sacré ; qu'elle a été professée par un grand nombre de docteurs ; qu'elle est la con-

séquence des principes enseignés sur l'histoire des six jours. Cette création informe des deux règnes était non-seulement décente, convenable, mais encore nécessaire. Dieu en a destiné un nombre prodigieux pour former un vaste muséum sous les royaumes et les empires ; exercer les hommes dans les temps modernes; publier sa gloire; être la pierre angulaire du temps, car rien ne les a précédés que l'éternité et seulement d'un point; nous certifier que la création a été faite comme on l'avait toujours enseigné; confondre ainsi tous ceux qui ont erré sur l'origine de l'univers.

« Ces plantes, ces animaux, restés dans la terre, ce sont les fossiles proprement dits; ils ont la nature, les divers âges, tout ce qui a constitué la première génération, mais à l'état informe. Le souverain Architecte a ensuite creusé les mers au troisième jour, redressé les couches, changé l'ordre primitif pour construire les montagnes; il a également construit les volcans, les montagnes volcaniques après en avoir auparavant préparé les matériaux; lui seul a été l'auteur de la surface du globe, comme c'était la croyance des peuples chrétiens.

« Cette origine, enfin comprise, est entièrement opposée à celle que vous avez professée, dans son auteur, ses moyens, sa durée. Je défie l'esprit le plus subtil d'en inventer raisonnablement une troisième ; les émanations, l'éternité du monde et autres fantômes, sont en dehors de la science et des faits qu'il s'agit d'expliquer; sont, par cela seul, condamnés à une éternelle réprobation. Cette origine est un monde spacieux, immense, est une confirmation de la doctrine ancienne, dissipe des ténèbres, fait jaillir des lumières; il me semble qu'on doit l'examiner, qu'elle intéresse la science, la religion, tous les hommes.

« Je vais indiquer les moyens nécessaires, faciles, afin que ceux mêmes, les plus étrangers à votre science, puissent discuter l'une et l'autre, prendre leur parti. Les fossiles sont le fait principal; vous avez cru qu'ils avaient les conditions particulières aux débris de la vie ; nous verrons qu'ils n'en ont pas une seule. Les espèces à formes tropicales, celles à formes tempérées, ont été créées partout sans distinction ; les premières ont dû se trouver dans le nord, les secondes vers le midi, aussitôt après la fixation des pôles et de l'équateur, au troisième jour; et, de fait, elles y sont en grand nombre. Les animaux marins ont été portés à deux ou trois mille toises avec les montagnes au moment de la construction, les animaux terrestres sont restés à des profondeurs inconnues.. Voilà ce que j'appelle les phénomènes particuliers à l'origine immédiate ; ils sont très-nombreux dans les fossiles ; ils constituent presque toutes les autres matières de la géologie : le nombre, la variété, la distinction des minéraux, en un mot, la nature, la forme des continents, sans parler de la configuration du bassin des mers. Or, je soutiens que tous appartiennent essentiellement à cette origine; afin de le prouver, je pose en thèse qu'ils ont avec elle les rapports intimes qui existent entre une statue et le moule d'où elle est sortie; entre une pièce de monnaie et le coin qui l'a frappée; entre un livre et la planche qui l'a imprimé. Il en doit être ainsi, afin que cette origine soit vraie. Ces phénomènes sont réellement, à leur manière, et sur une échelle immense, des statues, des pièces de monnaie, des livres; leur origine est un moule, un coin, une planche, qui les a réellement moulés, frappés, imprimés. Si vous prétendez que l'origine médiate soit vraie, vous devez montrer avec elle ces rapports intimes, mais vous n'oserez l'entreprendre. L'examen de votre origine, d'après ces conditions, fera naître des dissemblances énormes, la moitié plus que vous n'en avez connu jusqu'à présent. Tel est le premier moyen, les phénomènes de la géologie.

« Il en est encore deux autres, également nécessaires : ce sont les sentiments des philosophes, la doctrine chrétienne. L'origine que vous professiez étant fausse, vous offrant des difficultés déjà trop ardues, vous avez dû rejeter ces deux autorités imposantes, ou essayer avec elles une conciliation éloignée qu'on peut toujours faire. C'est maintenant une preuve que vous étiez dévoyés : toute doctrine contraire aux siècles passés est nécessairement une erreur ; cette erreur ne sera que matérielle, si l'on n'en connaît pas la fausseté, et c'est ce qui est arrivé.

« La question doit donc être reprise à neuf sur ces deux points. Un grand nombre de philosophes ont refuté l'origine médiate des continents, ainsi que de l'univers, contre Descartes et ses disciples, contre les athées; ils ont soutenu que l'admirable coordonnance de la surface du globe ne pouvait résulter des lois de la nature, des dépôts successifs; qu'elle a eu Dieu pour auteur, qu'elle est ainsi une preuve de son existence. Ces principes sont élémentaires dans les écoles; sont même naturellement professés. Demandez au laboureur si c'est Dieu qui a formé les montagnes, creusé les vallées, étendu les plaines; il n'hésitera pas un instant pour vous affirmer que telle a été sa persuasion intime dès son enfance. Les philosophes ne veulent donc pas abandonner les droits de la raison, comme vous n'auriez pas abandonné jusqu'à présent les fossiles. Les condamnations qu'ils feront de votre origine sont celles mêmes qu'ils ont déjà faites de ceux qui vous ont précédés; on peut les lire dans Pluquet, *Examen du Fatalisme*, trois volumes; dans Pluche, *Histoire du Ciel*, second volume ; dans Cudworh, *Système intellectuel;* on peut les lire dans ceux qui ont traité de l'existence de Dieu, qui ont écrit contre les athées.

« Les révélations venues de la terre sont devenues imposantes par vos travaux; elles ne devaient pas être contraires aux révélations venues du ciel ; les premiers pasteurs ont permis depuis un demi-siècle qu'on pro-

fessât l'origine qui est maintenant prouvée fausse jusqu'à l'évidence, qui n'a donc pas été la doctrine ancienne. Vous vous rappelez qu'elle a été à la veille d'être condamnée par la Sorbonne contre Buffon, qu'elle a été repoussée pendant trois cents ans. Les pasteurs ne peuvent ni ne doivent s'expliquer à chaque instant; ils ne le font même jamais, si les questions n'ont pas été longtemps débattues; ils ont la doctrine très-connue de ceux qui les ont précédés; tout particulier leur témoigne sa vénération en étudiant cette doctrine qui est la leur; il peut et doit la croire; il est louable de la prêcher jusque sur les toits.

« Martiningue est, sans contredit, le plus savant interprète moderne sur le premier chapitre de la *Genèse;* il a lu presque deux cents Pères et théologiens; il en a composé un énorme in-folio; il résume à lui seul la tradition, et il dit : *Tous les Pères, tous les théologiens enseignent unanimement que chacun des ouvrages des six jours a été fait par la puissance admirable du Créateur, et, par conséquent, dans le plus rapide instant de chacun de ces jours; c'est avec raison qu'ils enseignent cette doctrine. On voit par les Ecritures que ces ouvrages n'ont pas été ceux de la nature, mais du Créateur qui a remplacé les agents naturels, qui a mis en œuvre la matière après l'avoir créée.* (*Isagogæ in* 1 cap. *Gen.*, in-folio, p. 759.)

« Nanni, autre docteur, qui a également résumé un très-grand nombre de théologiens, s'exprime dans le même sens : *Dieu*, dit-il, *a été dès le commencement le seul auteur des diverses créatures et de leurs formes; c'est pour nous inculquer cette vérité qu'à chacun des ouvrages Moïse se sert de ces paroles :* « Dieu dit que cela soit. » *Paroles qui désignent l'action du Créateur pendant les six jours, car depuis lors il n'a été que la cause première des êtres que nous voyons se succéder ici-bas.* (*Catena argentea in Gen.*, p. 61.) Vous voyez, Messieurs, qu'il serait difficile d'être plus clair et plus positif. Martiningue exclut l'action des agents naturels, et, par conséquent, l'intermède des eaux, du feu, les forces souterraines. Nanni oppose l'origine actuelle, qui a lieu sous les causes secondes, à la primitive qui a été l'ouvrage de la seule cause première. Ce qui a paru vrai dans tous les âges est maintenant confirmé par les fossiles et sera la doctrine des âges futurs.

« Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de concevoir clairement la distance infinie qu'il y a entre l'origine de l'ordre présent et celle que vous enseignez. Les créatures ont reçu pendant les six jours l'existence, la vertu et le mode de persévérer jusqu'à la fin des temps. Ce mode a été déterminé par leur nature; les plantes, les animaux, les hommes persévèrent par la naissance; les corps fluides, gazeux, impondérables, sous la mobilité perpétuelle de leurs formes; les corps solides, sous l'immobilité de leurs formes. Un grand nombre sont maintenant d'origine médiate, mais il est encore plus vrai que toutes remontent jusqu'aux jours de la création, comme un fleuve à sa source, et qu'elles ne peuvent rien changer à ce que Dieu les a faites. Cette origine diffère donc totalement de la vôtre; l'une est la permanence des ouvrages du Créateur, l'autre en est la formation de ces mêmes ouvrages par l'intermède des eaux, du feu. Nous pouvons être les enfants de nos mères, mais je doute si l'incandescence, les transports, ont pu former le corps du premier homme. Cette comparaison s'applique au règne minéral qui est également parfait en son genre, qui suppose également une puissance, une sagesse infinie; les causes actuelles n'ont de force que pour dégrader les montagnes, et même légèrement; elles ne les auraient donc pas formées autrefois.

« Ainsi, votre origine est fausse en tout point; de là les difficultés qu'elle a trouvées sur son propre terrain; de là celles qui apparaissent peut-être en aussi grand nombre pour la première fois; de là son opposition avec les philosophes, les docteurs. Vous ne pouviez comprendre la cause de tant de contradictions; c'est que vous raisonniez d'après la méprise unique dans les annales du monde; cette méprise était un mal nécessaire jusqu'à ce que vous eussiez suffisamment terminé votre glorieuse et importante mission d'étudier les merveilles qu'il ne nous était pas donné de comprendre. Vous avez raisonné seuls, d'après de faux principes; la vérité connue vient raisonner avec vous, faire connaître vos longs égarements, restituer à Dieu son propre ouvrage, au christianisme, son antique croyance, aux philosophes, les droits de la raison; elle vient discuter les deux origines par ces trois genres de preuves qui sont maintenant les parties inséparables d'un seul tout; qui s'éclaircissent, se fortifient réciproquement; qui sont également importantes, chacune dans leur genre; décisives, chacune à leur manière: je crois qu'il est difficile de traiter des matières d'un intérêt aussi grand, aussi général, comme j'espère les mettre à la portée des intelligences les plus ordinaires.

« *Les plantes et les animaux créés informes ont servi à orner, embellir l'intérieur de la terre.*

« La création informe des deux règnes, dès le premier jour, donne la certitude que les fossiles ne sont pas les débris de la vie; avant même de les avoir examinés, elle ruine vos théories sur l'incandescence, les révolutions, les annales de l'ancien monde. Il est certain d'abord par la comparaison des deux règnes vivants et de ceux fossiles, que les premiers ont été modifiés, et peut-être tous, en recevant la vie; qu'ils ont été complétés dans les genres et les espèces : ces faits ne sont point contraires à l'ouvrage des perfectionnements. Une grande abondance avait déjà servi à orner l'intérieur de la terre; une preuve que Dieu avait le droit de faire cette merveille, c'est qu'il l'a faite; c'est que les fossiles, les masses continentales, le grand ouvrage de la construction, ont des conditions

entièrement opposées dans les deux origines, et qu'elles remplissent avec la plus grande facilité celles de l'immédiate.

« Et d'abord, les pas d'animaux sont des impressions de végétaux palmés; c'était déjà le sentiment de très-habiles géologues. L'habitation des serpules, des ballanes, sort du plan général de celle de tous les autres animaux, a fait, devait faire partie de leur création informe; aussi le rocher est-il dissous et non perforé, comme vous-mêmes en avez fait l'observation, comme il est facile de s'en convaincre en comparant l'ordre ancien à l'ordre présent. Les coprolites sont le plus souvent des espèces de pierres dont le genre est assez commun dans les montagnes, nous verrons de quelle manière ils pourraient être d'origine animale. L'existence informe permettait la séparation des membres, tous les degrés d'imperfection qui ne ruinent pas la préexistence, les membres sont souvent réunis, séparés comme ils peuvent l'être dans la seule origine immédiate. Vous ne pouviez croire à l'origine contraire sans la chercher, la trouver partout, quand même elle n'était nulle part.

« Les fossiles ont jeté dans un grand nombre de contradictions manifestes, ils sont inexplicables aussi bien que les vers de la sibylle, parce qu'ils appartiennent à la création informe. Les carnassiers actuels habitent les cavernes, y laissent leurs débris : ceux des époques tertiaires, contemporains de ces mêmes cavernes, ne les ont point habitées; les herbivores vivent de préférence dans les plaines, sur le bord des mers; leurs os ne sont point tombés dans aucune des brèches qui auraient été cependant ouvertes autrefois, comme aujourd'hui. Les grandes espèces n'ont point laissé leurs os en tas énormes, comme depuis la fin de la création au déluge; les bancs médiats de polypiers pierreux devraient couvrir les hauts-fonds de nos mers, la surface des continents; on ne les trouve que dans les couches régulières, et avec les conditions de la création informe. L'origine des fossiles doit se trouver ensuite par celle des masses où ils sont gisant, c'est une question importante qu'il faut développer.

« Dieu a créé, dès le premier instant, les couches régulières dans leur propre nature, ainsi que les autres. Il les a ensuite coordonnées dans la construction; il leur a imprimé à ces deux égards le cachet de sa sagesse infinie, il n'en a plus créé depuis lors, il est entré dans son repos; il ne s'en forme donc point, dans l'ordre présent, qui soient semblables à celles de nos montagnes par leur puissance, leur nombre, leurs variétés; tout ce qu'il y a de nouveau consiste en de légères dégradations.

« Si les dépôts successifs les avaient formées, et surtout en si grande abondance, ils auraient encore la même vertu. On ne peut maintenant nier cette conséquence, invoquer des lois qui auraient cessé, qui sont inconnues, à moins qu'on ne veuille raisonner sans principe et tomber dans l'arbitraire. Or, il ne se forme point de couches régulières dans l'ordre présent, elles sont donc d'origine immédiate; les fossiles ont donc la même origine : écoutons vos aveux.

BRONGNIART.

« Ce qu'il y a d'aussi sûr, d'aussi bien prouvé qu'une vérité de ce genre puisse l'être, c'est que depuis les temps historiques les plus reculés, on n'a aucun exemple authentique de grands phénomènes géologiques, tels qu'un abaissement de la mer, une formation de couches sous-marines, étendue et puissante; qu'on ne peut citer aucune formation d'une étendue seulement de quelques myriamètres de terrains de granit, de calcaire saccaroïde, même de porphyre, de gypse, etc.; aucune couche sous-marine ou sous-lacustre de calcaire compacte, renfermant des débris organiques réellement pétrifiés, c'est-à-dire dont la nature chimique, dont même la texture cristalline ait changé; aucune formation de veine ou filon métallique, etc. Et un peu plus loin : malgré les volcans, les sources d'eaux minérales, incrustantes, quelques concrétions sablonneuses et calcaires, etc., l'ordre actuel est dans un état de repos, de tranquillité entièrement différent de celui qui a produit les couches de calcaire, de schiste, de gneiss, de houille, les pétrifications silicieuses, pyriteuses, etc.; qui a soulevé les Pyrénées, les Alpes, etc.; qui a produit les filons d'Europe, d'Amérique, les a remplis de barytine, de fluor, de quartz, de sulfure d'argent, de cuivre, de plomb, de zinc, etc. (*Tableau des terrains*, p. 58.)

MARCEL DE SERRES.

« Les terrains tertiaires sont les derniers dépôts produits en couches régulières. (*Géographie physique*, t. V, p. 322.)

DE LA MÉTHERIE.

« Les physiciens s'accordent à reconnaître que l'ordre ancien a entièrement cessé, et ils en tirent une objection sérieuse (contre l'origine médiate). Les eaux des mers n'opèrent plus les mêmes phénomènes que dans les temps primitifs. Elles ne sauraient dissoudre les substances minérales qu'elles paraissent avoir tenues en dissolution. Elles ne forment plus de couches calcaires, gypseuses, bitumineuses, de terrains primitifs... Il faut donc reconnaître que l'état présent est un nouvel ordre de choses absolument différent de l'ancien, de celui qui a formé tous les terrains, soit primitifs, soit secondaires. (*Théorie de la terre*, édit. de 3 vol., t. III, p. 322.) De Lamétherie avoue que les faits de l'ordre ancien ont absolument cessé à la surface des continents, mais qu'ils peuvent encore se reproduire au fond des mers; c'est là que cet auteur se réfugie afin de n'être pas confondu.

« Non-seulement les causes actuelles ne forment jamais nulle part des couches régulières, variées, nombreuses, mais encore elles n'ont produit dans l'ordre ancien aucun des

dépôts qu'elles produisent dans l'ordre présent, comme les tufs, les stalactites, les tourbes; elles n'ont donc point agi autrefois; donc les fossiles ne sont point les débris de la vie.

« *Pourquoi les deux règnes ont été créés dans l'intérieur de la terre, et y sont restés en si grand nombre à l'état fossile.*

« Les preuves de fait nous dispenseraient de celles de droit; nous pourrions dire : Les fossiles appartiennent à la création informe, ils ont reçu l'existence dès le premier jour; Dieu a eu des raisons qui peuvent nous être inconnues; cependant je vais en indiquer un bon nombre qui se présentent de prime abord.

« Les êtres inintelligents ont pu et même ont dû recevoir l'existence dans les lieux où ils sont encore : les deux règnes ont été les seuls exceptés; ils auraient empêché à la surface qui allait être bouleversée par le creusement et la construction. Ils ne reçoivent pas du ciel, comme nous, la vérité, les sages inspirations; ils sont penchés vers la terre qui les nourrit en toute chose, qui est leur mère, qui a dû les enfanter. Les plantes devaient sortir de la terre comme à présent; plusieurs animaux vivent dans la terre; tous ont dû y recevoir l'existence; ils ont ainsi laissé à l'homme son glorieux privilége. Ceux restés dans les terrains meubles ont pu s'y dissoudre sans inconvénient.

« La surabondance est le caractère propre des œuvres de Dieu dès qu'elle n'est pas contraire à sa sagesse; elle est peut-être, chaque année, égale ou supérieure dans les œufs de poissons, les semences des plantes aux deux règnes fossiles. Le nombre des harengs est prodigieux; ceux qui émigrent annuellement du nord pendant trois ou quatre semaines, en colonnes serrées, sur une largeur qui atteint ou dépasse quelquefois 25 lieues, sur une profondeur d'un ou plusieurs mètres, suffiraient pour couvrir toute la surface de l'Angleterre, pour nourrir toute l'Europe. (*Géographie physique*, art. *Harengs.*) On estime que chacun renferme à peu près dix mille œufs; si tous ces œufs venaient à éclore, on a dit qu'ils rempliraient l'étendue et la profondeur de l'Océan, après trois ou quatre générations. (Bernardin de Saint-Pierre, *Études*, édit. in-18, t. II, p. 66.) Le merlan, la sardine, la tanche, plusieurs autres espèces sont d'une aussi grande fécondité. (*Poëme des Merveilles de la nature*, par Dulard, p. 80.) On porte les œufs d'une carpe à 342,000. (Bernardin de Saint-Pierre, *ubi supra*, p. 87); ceux d'une merluche à 700 millions (*Géog. phys.*, t. II, p. 767); ceux d'une morue de Terre-Neuve à 9 millions et quelque cent mille. (*Spect. de la nat.*, t. I^er^, p. 384.) Les arbres, qui donnent annuellement 10, 20, 30, 50, 100,000 semences, sont communs; on a évalué celles d'un orme à 15 milliards 844 millions. (*Mémoires de l'Académie pour l'année* 1700, p. 65.)

« L'état primitif du globe demandait toute cette surabondance dans les deux règnes; ils ont été créés depuis la superficie jusqu'à la profondeur qui pouvait être ramenée vers la surface par la construction. Les animaux terrestres et marins de formes tropicales et tempérées ont reçu partout l'existence, les terres et les mers, le nord et le midi étaient partout contingents. Les plantes et les animaux marins étaient par cela même destinés à rester fossiles dans les continents; de là leur abondance dans toute l'Europe, l'Asie, l'Afrique, l'Amérique, l'Océanie; de là les plantes et les animaux terrestres sous les eaux, les formes tropicales dans le nord, les formes tempérées vers le midi.

« Le monde enseveli sous les royaumes est une grande merveille; il sert pour étudier les types primitifs de la création, les modifications survenues; il donne une idée des êtres qui sont possibles; il conserve en nature les individus conservés à la surface par la reproduction; il fait connaître la puissance qui a tant créé de plantes et d'animaux que la surface du globe n'aurait pu les nourrir; il est une image frappante du nombre des anges et des hommes qui resteront informes par un effet de leur propre volonté. Les grands de la terre embellissent leurs palais de mosaïques; pourquoi les animaux de figure colossale, de formes bizarres, n'auraient-ils pas servi à construire le palais destiné au roi de la création?

« Dieu a voulu préparer à la religion le plus grand triomphe qu'elle recevra jamais des sciences humaines; je parle non-seulement du fait, mais encore du possible. Ce vaste univers est le premier des ouvrages de Dieu, un des plus frappants aux yeux de la plupart des hommes, celui qui annonce son existence, ses perfections infinies dans un langage intelligible à tous les peuples. Ce vaste univers a été créé et perfectionné en très-peu de jours; cependant, bien des hommes, s'égarant dans leurs folles pensées, ont ravi au Créateur son ouvrage, ont prétendu qu'il avait été formé successivement, et même que la matière en est éternelle.

« Or, cette abondance de plantes et d'animaux fossiles, n'ayant jamais vécu, sont des preuves de fait auxquels ne peuvent rien répondre les athées, les panthéistes, les atomistes; ils leur prouveront l'existence d'un Dieu tout-puissant et son pouvoir créateur. Les animaux de l'ordre présent n'ont reçu la vie qu'après le perfectionnement de l'univers; ils ne pouvaient rester qu'un très-petit nombre de jours avant de la recevoir; l'univers a donc été créé et perfectionné en aussi peu de temps qu'on l'avait toujours enseigné.

« Les fossiles sont donc une démonstration de la doctrine chrétienne; ils font comprendre ce qu'il y avait de mystérieux dans la création, dans l'histoire où elle est rapportée; ils réduisent au néant l'éternité de la matière, sa diffusion dans l'espace, le chaos, l'incandescence, l'atomisme. Prouver qu'ils appartiennent à la création informe, c'est confondre toutes les erreurs sur l'origine de l'univers.

« Les fossiles apprennent, en ce qui les regarde, la théologie aux théologiens, la

philosophie aux philosophes, la géologie aux géologues; ils se feront écouter de ceux qui ont méprisé Jésus-Christ et son Eglise; Dieu les a laissés dans l'intérieur de la terre pour les mêmes raisons qu'il a envoyé les apôtres, les prophètes, les docteurs; car ils seront aussi, en leur genre, apôtres, prophètes et docteurs. Vous les avez étudiés afin qu'ils publient la gloire de Dieu, défendent la religion, confondent ses ennemis jusqu'à la fin des temps. Mais après avoir suffisamment exposé leur origine véritable, je dois, avant d'aller plus loin, les faire connaître dans l'origine contraire à laquelle ils ont servi de fondement (777). »

Nous avons cité M. l'abbé Pachon pour montrer que toutes les théories, toutes les idées ont été successivement essayées. Du reste, celles de M. Pachon sont renouvelées du moyen âge. Nous ne croyons pas à leur fortune.

PACHYDERMES. *Voy.* Mammifères. — *Leur règne.* — *Voy* Subapennin.

PALAEOTHERIUM. *Voy.* Mammifères.

PALÉOZOIQUES (TERRAINS); ainsi nommés de deux mots grecs, parce qu'ils rappellent la naissance des plus anciens êtres connus. — Ces terrains commencent avec les premières couches de l'animalisation et s'étendent jusqu'à l'étage permien inclusivement; ils ont donc pour base les terrains azoïques et pour limite supérieure les terrains triasiques. Ils sont ainsi parfaitement caractérisés par les grands traits de la zoologie et de la botanique stratigraphique.

L'ensemble des terrains paléozoïques se trouve représenté partout. En Europe, la France, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, la Russie, en offrent de vastes surfaces; en Afrique, le cap de Bonne-Espérance; en Asie, la Chine, l'Asie Mineure; en Australie, Van-Diémen, la Nouvelle-Hollande et la Nouvelle-Zélande en présentent encore d'immenses lambeaux. En Amérique, ils occupent aussi bien la portion méridionale que la portion septentrionale. En résumé, les terrains paléozoïques s'étendent sous la zone torride, et vers les pôles, du côté austral jusqu'au 53e degré de latitude sud, et du côté boréal jusqu'au 80e degré de latitude nord; ainsi ces terrains se trouveraient sur le monde entier.

L'étude comparative des limites des faunes fossiles avec les limites données par la superposition a démontré que les terrains paléozoïques se divisent naturellement en quatre groupes parfaitement définis et circonscrits, par M. Murchison, dans ses importants travaux sur l'Angleterre et sur la Russie. En effet, en coordonnant tous les matériaux connus de la science, nous avons vu partout les éléments paléontologiques rentrer dans ces quatre groupes. Les études sur l'Amérique méridionale, les savantes recherches des géologues américains relatives aux Etats-Unis jointes aux judicieuses comparaisons faites par M. de Verneuil, ont prouvé non-seulement que les faits concordent parfaitement sur tous les points, mais encore qu'il n'est pas possible de diviser l'ensemble autrement, attendu que ces limites, partout les mêmes, sont, dès lors, l'expression des révolutions survenues dans un ordre chronologique constant sur la terre entière.

En commençant par les plus inférieures, ces divisions sont les suivantes : Etages *silurien*, *devonien*, *carbonifèrien* et *permien*.

Comme on peut le voir à l'étage silurien, lorsqu'il n'a rien manqué à l'ensemble, le premier étage paléozoïque repose soit sur les roches azoïques, soit sur les roches granitiques, comme en France, dans la Vendée, la Bretagne et la Normandie, en Bohême, en Russie, en Suède, dans les deux Amériques. On peut donc croire que les terrains paléozoïques ont régulièrement succédé aux roches azoïques. D'un autre côté, nous ne voyons pas l'étage silurien reposer toujours sur les roches azoïques; nous trouvons, au contraire, tantôt le second étage, tantôt le troisième ou le quatrième, suivant qu'il manque un ou plusieurs étages sur ces différents points, ce qui constitue la profonde discordance qui sépare les terrains paléozoïques des terrains azoïques. Ainsi les terrains paléozoïques ont bien succédé régulièrement aux terrains azoïques, mais ils forment certainement chacun en particulier une époque très-distincte.

Le groupement des étages, aussi bien que les caractères paléontologiques communs, peuvent donner la certitude que les terrains paléozoïques constituent un ensemble distinct. On voit tous les étages les uns sur les autres en France, dans l'Hérault. En jetant les yeux sur la belle carte géologique de l'Angleterre de M. Murchison, on y voit aussi se succéder régulièrement dans le pays de Galles, presque de l'ouest à l'est, sur toutes les parties occidentales de l'Agleterre, les étages silurien, devonien, carbonifèrien et permien, en couches concordantes ou discordantes. Quoique les choses soient bien moins bien tracées, on peut entrevoir une succession à peu près semblable en Allemagne. La même succession régulière des cinq étages superposés se montre en Russie, en Suède, et y succède comme en Angleterre, c'est-à-dire de l'ouest à l'est, en partant de la Suède, et s'avançant vers le centre de la Russie. Il en est ainsi, mais en sens contraire, de l'est à l'ouest sur le versant occidental de l'Oural. M. d'Orbigny a constaté une régularité semblable sur tous les points de la Bolivia, dans l'Amérique méridionale, où il a rencontré les terrains paléozoïques. Ces faits généraux de superposition viennent corroborer le groupement de tous ces étages dans une seule et même grande période.

Si les parties du monde où il ne manque aucun membre des terrains paléozoïques nous les font réunir en un seul groupe, des discordances partielles nous donnent les limites réelles qui existent entre les quatre

(777) *Origine des fossiles et des continents*, etc., livre I.

étages, comme on pourra le reconnaître à chacun en particulier. On voit, par exemple, aux Etats-Unis, les trois premiers seulement exister en couches concordantes sur des centaines de lieues d'extension, sans qu'il y ait trace du dernier; on voit dans la Sarthe et dans la Manche, en France, les mêmes étages. D'autres fois, on ne trouve que les étages devonien et carbonifèrien; comme à Ferques (Pas-de-Calais) comme en Espagne, ou l'un d'eux seulement, comme en Norwége, en Suède, en Russie, en France, et dans quelques autres contrées, que nous signalons aux étages. Ce sont des irrégularités de superposition, dénotant autant de perturbations géologiques partielles, supérieures ou inférieures à ces étages isolés, ou avec des lacunes, qui nous donnent les véritables limites de ces étages lorsqu'ils sont en superposition concordante. Cela est si vrai, que la paléontologie spéciale de ces portions isolées, comparées aux étages en superpositions concordantes, correspond toujours aux limites qu'on trouve dans l'ensemble des faunes superposées, sur ces parties concordantes. Elle peut donc servir par comparaison à les limiter dans ce dernier cas.

En parcourant les étages paléozoïques, on voit combien sont variables, dans chacun en particulier, les caractères de la composition minéralogiques des couches. On sera dès lors certain que ces caractères ne sont appliquables qu'à des régions très-restreintes et voisines les unes des autres, tandis que ces caractères changeront suivant les lieux et suivant les couches. En effet, si des grès peuvent servir à faire reconnaître un étage sur un point, sur d'autres ce seront des calcaires ou des schistes. Il en résulte que pour chaque étage, il n'y a pas de caractères minéralogiques particuliers, et moins encore pour l'ensemble. Il faudra même bien se garder de vouloir établir le moindre parallélisme dans les couches de deux lambeaux séparés, avant de s'assurer si les fossiles concordent avec ce parallélisme; car on pourrait facilement identifier deux âges différents. Nous insistons sur cette remarque, le plus sûr moyen de se tromper, étant de partir de la composition minéralogique, sans consulter les fossiles, qui sont les véritables preuves d'une parfaite contemporanéité.

Si nous avions à additionner la puissance de chaque étage pour avoir une seule somme, nous trouverions pour l'étage silurien, 5,200 mètres; pour l'étage devonien, 3,050 mètres; pour l'étage carbonifèrien, 3,000 mètres; pour l'étage permien, 1,000 mètres, ou un total de 13,150 mètres d'ensemble; mais cette épaisseur ne serait pas vraie : car il est certain que les mers, ayant souvent changé de forme, de lit ou de profondeur, peut-être à chaque étage, les plus grandes masses sédimentaires se sont toujours naturellement, par suite du nivellement, constant, déposées sur les points les plus profonds qui devaient de toute nécessité changer de place à chaque époque. Il ne serait donc pas juste d'additionner ces grandes puissances de sédiments, qui devaient s'accumuler à chaque étage sur des points différents.

Nous dirons comme faits généraux, qu'à chacun des étages nous avons trouvé qu'il existait des continents et des mers; que les continents étaient couverts de végétation; que les mers avaient des points littoraux, des parties sous-marines voisines des côtes, et des parties sous-marines plus profondes avec des animaux spéciaux à ces zones, absolument comme les mers d'à présent; et qu'enfin elles étaient soumises à toutes les influences physiques actuelles. On reçonnaît encore que ces mers et ces continents étaient soumis aux mêmes oscillations du sol que nous voyons exister aujourd'hui dans le nord de l'Europe, ou sur beaucoup d'autres points depuis l'époque actuelle.

La présence des végétaux fossiles, et dès lors de la houille, à chacune des cinq époques des terrains paléozoïques, prouve non-seulement ce que nous venons d'avancer, qu'il y avait des continents à chacune de ces époques, mais encore qu'il ne faut pas chercher de la houille seulement dans l'étage carbonifèrien. En effet, le charbon de terre s'exploite en Portugal dans l'étage silurien; en Espagne, les mines les plus riches paraissent dépendre de l'étage devonien, tandis qu'on l'a également signalé dans l'étage permien, en Saxe. Ces faits prouvent que si les dépôts houillers sont plus fréquents dans l'étage carbonifèrien, les autres étages paléozoïques peuvent fournir aussi leur part de houille à l'industrie et aux arts. Il faudra donc la rechercher dans tous les terrains paléozoïques.

Nous n'avons pas pu employer les caractères minéralogiques pour distinguer les terrains paléozoïques. On a même vu que la superposition était subordonnée à l'étude paléontologique pour reconnaître l'âge des lambeaux isolés, ou les limites des étages concordants. C'est donc de la paléontologie seulement que nous devons tirer les caractères distinctifs appelés, dans toutes les circonstances, à faire séparer les terrains paléozoïques des terrains triasiques qui suivent immédiatement.

Pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques, nous avons tous les genres, qui, nés pendant la période triasique, sont encore inconnus aux terrains paléontologiques; par exemple, 16 genres de reptiles; 9 genres de poissons; parmi les mollusques cephalopodes, 3 genres; parmi les mollusques gastéropodes, 6 genres; parmi les mollusques lamellibranches, 10 genres; parmi les bryozoaires, le genre *aspendesia*; parmi les échinodermes, 6 genres; parmi les zoophytes, 12 genres; parmi les amorphozoaires, 8 genres; c'est-à-dire, en tout, 71 genres nés dans les terrains triasiques, postérieurement aux terrains paléozoïques. Si nous ajoutons les caractères généraux, nous verrons encore au nombre des caractères négatifs des terrains paléozoïques le

manque complet des classes des mammifères, des oiseaux, des ordres de poissons cycloïdes, cténoïdes et pleuronectoïdes; des crustacés décapodes, stomapodes, amphipodes, isopodes; de reptiles chéloniens, etc., etc. En résumé, pour distinguer les terrains paléozoïques des autres terrains, nous avons, en réunissant toutes les séries animales, environ 1,117 genres qui peuvent donner des caractères négatifs, puisqu'ils sont encore inconnus à cette époque.

On conçoit que si nous avons invoqué l'absence des genres comme caractère stratigraphique, leur présence sera plus positive encore pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques. Nous avons donc, pour séparer les deux étages, tous les genres qui, nés dans les terrains paléozoïques, n'ont pas survécu à ces terrains, et sont encore inconnus aux terrains triasiques : le genre *nothosaurus* parmi les reptiles; les 31 genres de poissons ganoïdes; un nombre considérable de genres composant l'ordre des trilobites. Parmi les mollusques céphalopodes, 17 genres; parmi les mollusques gastéropodes, 7 genres; parmi les mollusques lamellibranches, 5 genres; parmi les mollusques brachiopodes, 14 genres; parmi les mollusques bryozoaires, 18 genres; parmi les échinodermes astérides et échinoïdes, 4 genres; parmi les échinodermes crinoïdes, 40 genres; parmi les zoophytes, 36 genres; parmi les foraminifères, le genre *fusulina*; parmi les amorphozoaires, le genre *palæospongia*. Ces genres forment un total de 323 caractères positifs qu'on peut invoquer pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques. Ce sont ces genres qui donnent à l'ensemble de la faune un caractère particulier, un facies qui ne peut manquer d'être remarqué, quand on compare entre elles les faunes des différents terrains. Ce facies particulier de la faune paléozoïque naît non-seulement des genres de chaque série animale qui y sont propres, mais encore du nombre dominant des genres de telle classe, de tel ordre en particulier. Par exemple, nous pouvons dire que les terrains paléozoïques sont le règne des *poissons ganoïdes* et *placoïdes*, des *crustacés trilobites*, des *mollusques céphalopodes* et *brachiopodes*, des *échinodermes crinoïdes*, parce que ces classes et ces ordres d'animaux ont atteint pendant cette période le maximum de leur développement de formes génériques, étant alors plus nombreux et plus variés dans leurs formes qu'ils ne l'ont été plus tard. Il est même un ordre, celui des *crustacés trilobites*, dont les genres non-seulement sont très-nombreux dans les terrains paléozoïques, mais encore naissent et disparaissent tous dans ces terrains, aucun n'arrivant jusqu'aux terrains triasiques. Ces résultats, que tout le monde peut apprécier, prouveront péremptoirement, nous le croyons, le cantonnement des formes animales dans des zones superposées. En présence de ces faits il faudrait être aveugle ou vouloir nier l'évidence pour ne pas voir, dans les éléments paléontologiques, les moyens les plus positifs d'arriver à la connaissance des âges successifs du monde.

M. Adolphe Brongniart considère cette période, sous le rapport des caractères de sa flore, comme le règne des *plantes cryptogames acrogènes*, c'est-à-dire comme l'instant où ces plantes ont eu leur maximum de développement, où elles dominaient au milieu de la végétation de cette époque On voit que la botanique arrive à des résultats identiques à ceux que donne la zoologie. Comment alors pourrait-on nier ces résultats indépendants les uns des autres et convergeant vers les mêmes conséquences?

S'il pouvait rester quelque doute sur les zones chronologiques superposées d'animaux qui se sont succédé dans les étages et dans les terrains successifs du globe, la distribution des espèces viendrait les lever entièrement. Nous avons en effet, pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques, indépendamment de nombreux animaux vertébrés, de plus nombreux animaux annelés, et de toute une flore spéciale composant un ensemble de près d'un millier d'espèces, le chiffre considérable de 3,180 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Le fait de la spécialisation par zones est d'autant plus certain, que ces 3,180 espèces ne sont pas seulement spéciales aux terrains paléozoïques, qu'elles distinguent parfaitement des terrains triasiques dans lesquels aucune ne passe ; mais qu'elles se divisent encore, suivant l'ordre chronologiques des étages, en zones superposées, distinctes, constituant des étages. En décomposant ce chiffre total, nous trouvons, effectivement, dans l'ordre chronologique, les nombres suivants :

Etage silurien	inférieur,	423	espèces.
	supérieur,	418	—
Etage devonien,		1,198	—
Etage carbonifèrien,		1,047	—
Etage permien,		91	—
Total égal,		3,180	espèces.

« Combien de siècles se sont écoulés avant que le globe ne soit peuplé depuis la dernière rupture de sa surface à la fin de la période azoïque? Nous l'ignorons complétement; néanmoins, nous devons croire, par la puissance des couches inférieures des terrains paléozoïques souvent sans fossiles, que les êtres n'ont pas commencé à paraître immédiatement, et qu'il a fallu encore que les mers et les continents fussent appropriés à l'animation qui devait les couvrir. Il fallait que les continents fussent devenus stables, que les mers fussent circonscrites, que la température fût propre à l'animation. Enfin la toute-puissance créatrice se met à l'œuvre; les continents se couvrent de végétaux; les mers renferment dans leur sein de nombreux animaux. Tous ces êtres ont-ils été créés à la fois ou successivement? Ont-ils couvert tout le globe à la fois; ou se sont-ils répandus peu à peu dans les mers? Telles sont les deux graves questions que nous

devons d'abord nous adresser, en cherchant à y répondre. Pour que l'harmonie de l'ensemble existât dans la nature, il fallait que tous les êtres fussent créés à la fois, car tous vivent aux dépens les uns des autres. On sait que beaucoup d'animaux vivent de débris de végétaux, et que le plus grand nombre se nourrissent d'êtres plus petits; c'est au moins la loi générale actuelle. Ce fait doit faire croire *a priori* que les plantes et les animaux ont été créés à la fois. C'est aussi ce que présente la nature ancienne, puisque les mêmes couches renferment simultanément un grand nombre d'animaux de toutes les classes et des plantes marines. La première question semblerait donc être résolue, par le raisonnement aussi bien que par les faits, dans le sens d'une création générale simultanée. Pour répondre à la seconde question, les faits viendraient encore prouver que, lors de cette première animalisation du globe, comme à toutes les créations successives qui ont suivi, les êtres ont été créés partout à la fois; car on trouve, sur tous les points du globe, les mêmes êtres dans les mêmes étages, quelle que soit, du reste, la distance des points entre eux; et les formes animales nées en Europe avec la première animalisation du globe sont identiques à celles qu'on trouve dans les autres parties du monde, comme on pourra le voir aux étages. Nous devons d'autant plus le croire, que les mêmes résultats se montrent à chacun des étages qui se sont succédé depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, et notamment quatre fois dans les terrains paléozoïques dont nous nous occupons (778). »

Pris dans leur ensemble, sans avoir égard aux étages, les terrains paléozoïques avaient des continents et des mers. Les mers couvraient une grande partie du monde; les continents devant être moins élevés, on peut penser que ces mers couvraient une plus grande étendue que de nos jours. Elles s'étendaient aussi bien sous la zone torride que vers les pôles. Elles nourrissaient, sur leurs bords des plantes marines, et déjà quelques reptiles sauriens respirant l'air en nature; un grand nombre de poissons généralement cuirassés et de forme souvent bizarre, parcourant les rivages et les hautes mers, où vivaient un grand nombre de crustacés trilobites, des cirrhipèdes, des annélides et autres animaux respirant par des branchies. Les mollusques céphalopodes, les plus parfaits de cet embranchement d'animaux étaient à leur maximum de développement, de même que les brachiopodes et les échinodermes crinoïdes. Toutes les classes marines y étaient représentées dans ce premier ensemble, et il n'y manquait aucune des formes types de classes que nous avons aujourd'hui; toutes soumises aux mêmes lois que les êtres actuels par rapport à leurs zones de profondeur dans les mers.

Il n'y avait pas moins d'animation sur les continents : des insectes nombreux respirant l'air en nature par des trachées, des arachnides respirant par des poumons, animaient de leurs brillantes couleurs des sites où se déployait tout le luxe de la végétation. Ici des fougères des plus variées, d'une taille gigantesque; là des sigillariées de grande taille formaient des forêts, tandis que le sol était couvert, de lycopodiacées, et d'autres plantes les plus variées, parmi lesquelles dominent les cryptogames acrogènes.

En résumé, dans cette première période de l'animation du globe, toutes les classes d'animaux marins et terrestres avaient déjà des représentants, excepté les mammifères, les oiseaux et les myriapodes. Tous les modes différents de respiration des êtres existaient : l'eau par des branchies, l'air en nature au moyen de trachées ou de poumons. Les plantes cryptogames, acrogènes et amphigènes; des plantes dicotylédones, gymnospermes et angiospermes y existaient, et peut-être des plantes monocotylédones.

Les mêmes êtres, les mêmes plantes s'étendaient, pendant cette période, depuis la zone torride jusqu'aux deux pôles, puisqu'on trouve des plantes à l'île Melleville, et des animaux au Spitzberg, aussi bien que sous les tropiques. On doit en conclure qu'alors la température était uniforme sur le globe par suite de la chaleur propre à la terre, et que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas encore.

Les oscillations du sol sont démontrées par les parties continentales avec leurs végétaux, placées, durant la même époque, plusieurs fois sous des couches marines. Elles ont existé dans chacun des étages de l'époque paléozoïque, et sont même là plus marquées qu'ailleurs, surtout dans l'étage carbonifère.

Enfin, à quatre reprises différentes durant cette période, des perturbations géologiques, plus énergiques que les oscillations, sont venues disloquer la croûte terrestre. Le déplacement des matières dans les eaux a déterminé l'envahissement complet des continents et une immense agitation dans les mers, qui ont détruit tous les êtres. Quatre fois aussi, après l'agitation générale, le repos est revenu; les continents sont restés stables; les mers sont rentrées dans leurs limites, et une nouvelle création a remplacé l'ancienne; création composée, souvent, des mêmes genres, avec quelques modifications; mais toujours d'espèces presque toutes différentes, comme on peut le juger aux étages et en étudiant leurs faunes comparatives.

A chacune de ces commotions géologiques la croûte terrestre fracturée, disloquée, a livré passage aux roches plutoniques, qui, alors, ont surgi à la surface, rempli en filons, en diques les fissures préexistantes, ou se sont répandues plus ou moins, sur le sol

(778) Al. d'Orbigny, *Cours élément. de paléontol.*, t. II.

consolidé, près de ces ouvertures béantes laissées par les dislocations.

PALISSY. *Voy.* GÉOLOGIE.

PALLAS. *Voy.* GÉOLOGIE.

PALMIERS. — On regarde la famille actuelle des palmiers comme composée d'environ mille espèces qui appartiennent pour la plupart en propre à certaines régions de la zone torride. Quant à son histoire géologique, cette grande et belle famille, bien qu'elle ait été appelée à l'existence aussitôt que les formes végétales les plus anciennes de la période de transition, elle n'a que très-peu de représentants dans la formation houillère (779), et elle est également peu nombreuse dans la série secondaire (780), mais on trouve en abondance des tiges, des feuilles et des fruits de palmiers dans les formations tertiaires (781).

Troncs fossiles de palmiers. — Les tiges de palmiers que l'on rencontre à l'état fossile proviennent d'un grand nombre d'espèces ; on en voit qui sont converties en un beau silex dans les dépôts tertiaires de la Hongrie et dans le calcaire grossier de Paris (782). Il existe également des troncs de palmiers dans les formations d'eau douce de Montmartre (783), et on assure qu'à Liblar, près de Cologne, il s'en est trouvé dont la direction était verticale (784). De beaux troncs de palmiers silicifiés se voient à Antigoa et dans l'Inde, ainsi que sur les buttes d'Irawadi, dans le royaume d'Ava.

Nous ne devons pas nous étonner que des débris de palmiers se rencontrent dans les latitudes chaudes où les plantes de cette famille sont encore maintenant indigènes, comme à Antigoa ou dans les Indes ; mais leur présence dans les formations tertiaires de l'Europe, associée à des débris de crocodiles et de tortues, et à des coquilles marines très-voisines de celle que l'on rencontre maintenant dans les mers chaudes, semble indiquer que le climat de l'Europe pendant la période tertiaire était d'une température plus élevée qu'il ne l'est à l'époque actuelle.

Feuilles fossiles de palmiers. — Sept localités différentes présentent des feuilles fossiles de palmiers dans les couches tertiaires de la France, de la Suisse et du Tyrol ; et parmi ces feuilles se trouvent au moins trois espèces flabelliformes, qui diffèrent non-seulement des feuilles du *chamærops humilis*, le seul palmier qui croisse maintenant (785) dans le sud de l'Europe, mais qui ne ressemblent même à aucune espèce vivante connue (785). Ces feuilles sont d'ailleurs trop parfaitement conservées pour que l'on puisse admettre qu'elles ont eu à subir un transport par eau des régions éloignées, et elles doivent plutôt, selon toute apparence, être rapportées aux espèces éteintes qui furent indigènes de l'Europe durant la période tertiaire.

On n'a rencontré jusqu'ici dans les couches tertiaires aucune feuille de palmier de forme pennée, bien que cette forme soit deux fois plus fréquente que la forme en éventail dans la famille des palmiers telle qu'elle existe maintenant (786).

Fruits fossiles de palmiers. — On rencontre dans les formations tertiaires un grand nombre de fruits fossiles appartenant à la famille des palmiers, et qui, d'après M. Ad. Brongniart, paraissent tous provenir de genres à feuilles pennées. On en a découvert quelques-uns dans l'argile tertiaire de l'île de Sheppey, parmi lesquels des dattes (787), fruits qui maintenant ne se voient plus

(779) LINDLEY, *Flore fossile*, n. XV, pl. CXLII, p. 163.

(780) *Voyez* le travail de Sprengel sur les palmacites endogénites du nouveau grès rouge des environs de Chemnitz (Halle, 1828), et l'ouvrage de Cotta (*Dendrolithen;* Dresde et Leipsick, 1832, pl. IX et X).

(781) M. Ad. Brongniart a mentionné huit espèces de palmiers dans la liste qu'il a donnée des plantes fossiles de la série tertiaire.

(782) On voit dans la planche LXIV, fig. 2 de l'ouvrage de Buckland, un beau tronc fossile appartenant au Muséum de Paris, voisin de la famille des palmiers, et d'une circonférence de près de 4 pieds ; il a été trouvé dans la région inférieure du calcaire grossier de Vailly, près de Soissons. M. Brongniart a désigné ce fossile sous le nom d'*Endogenites echinatus*. Les appendices saillants dont il est entouré, et qui rappellent le feuillage qui couronne un chapiteau corinthien, sont les portions persistantes des pétioles tombés, portions qui demeurent adhérentes à la tige après la chute des feuilles elles-mêmes. Les appendices sont dilatées à leur base, qui entoure un quart ou même un tiers de la circonférence de la tige ; la forme de cette base, et la disposition du tissu ligneux dans les faisceaux de fibres, indiquent assez que ce fossile provient d'un monocotylédon arborescent voisin des palmiers.

(783) On a trouvé dans les lits de marne argileuse qui recouvrent les couches de gypse du bassin de Paris, des troncs couchés de palmiers d'une taille considérable, en même temps que des coquilles de limnées et de planorbes.

Comme les dépôts dont il s'agit sont des dépôts d'eau douce, ces troncs n'ont pu y être apportés de régions éloignées par des courants marins ; et il est probable que ce sont des palmiers indigènes de l'Europe et même de la France.

(784) On n'a pas encore décidé la question de savoir si ces palmiers ont conservé cette position après avoir été charriés, ou s'ils occupent encore la place où ils ont vécu, ainsi que cela a lieu pour les cycadites et les conifères de l'île de Portland.

(785) La feuille représentée pl. LXIV, fig. 1, dans l'ouvrage de Buckland est celle d'un palmier flabelliforme, le *palmacites lamanonis*, provenant du gypse d'Aix en Provence ; on en trouve encore de semblables dans trois autres localités de la France, aux environs d'Amiens, du Mans et d'Angers, et partout dans des couches tertiaires. Une autre espèce, le *palmacites parisiensis*, provient du calcaire grossier des environs de Versailles. (CUVIER et BRONGNIART, *Géognosie des environs de Paris*, pl. VIII, fig. 1, E.) Une troisième, le *palmacites flabellatus*, se rencontre dans la molasse de la Suisse, près de Lausanne, et dans le lignite d'Hœring, dans le Tyrol.

(786) Les dattiers, les cocotiers et les arecs sont des exemples bien connus de palmiers à feuilles pennées.

(787) PARKINSON, *Organic remains*, t. Ier, pl. VI, fig. 4-9.

qu'en Afrique et dans les Indes ; des noix de coco (788), et qui maintenant ne se trouve plus qu'entre les tropiques ; des bactris, qui de nos jours appartiennent exclusivement à l'Amérique, et des noix d'arec, que l'Asie seule possède. Il n'est pas un de ces fruits que l'on puisse rapporter à quelque palmier flabelliforme ; on trouve des noix de coco fossiles à Bruxelles et à Liblar, près de Cologne, associés à des fruits d'arec.

Bien que ces fruits appartiennent tous à des genres à feuilles pennées, aucune feuille de palmier de cette sorte ne s'est jusqu'ici rencontrée en Europe, ainsi que nous venons de le dire. Il paraît donc vraisemblable, d'après la quantité énorme de fruits de toute espèce qui sont accumulés dans l'île de Sheppey, entassés avec des coquilles marines et des fragments de bois presque toujours percés par des tarets, que ces fruits ont été amenés là par des courants marins de contrées plus chaudes que ne le fut l'Europe après le commencement de la période tertiaire, de la même manière que certaines graines tropicales et des morrains d'acajou sont transportés de nos golfes, du golfe du Mexique, sur les côtes de la Norwége et de l'Irlande.

Outre le fruit des palmiers, l'île de Sheppey présente une réunion de plusieurs centaines d'autres fruits (789), dont la plupart offrent les caractères de la végétation des tropiques ; et il serait difficile d'expliquer comment ils auraient pu être accumulés ainsi en amas où ne se trouve pas une seule feuille des arbres qui les ont portés, mais qui renferment des bois perforés par des tarets, autrement que par l'hypothèse d'un courant marin.

Nous n'avons encore aucune donnée certaine relativement au nombre des espèces de ces fruits fossiles ; on a estimé qu'elles s'élevaient à six ou sept cents (790). On leur trouve associés dans la même argile un grand nombre de crustacés fossiles, en même temps que des restes de plusieurs poissons, de crocodiles et de tortues.

Si les fruits de l'île de Sheppey ont été ainsi rassemblés sur ce point par l'action des courants marins, il s'ensuit que l'histoire de la végétation européenne pendant la période tertiaire doit être étudiée dans ces autres débris de plantes, qui, à en juger par l'état et les circonstances dans lesquels on les trouve, ont vécu à peu de distance du point où elles se rencontrent maintenant (791).

PAMPAS, *dépôts fossiles.* — *Voy.* SUBAPENNIN.

PANDANÉES. — Les pandanées sont une famille de végétaux monocotylédones, qui maintenant croît seulement dans les zones chaudes, et surtout dans le voisinage de la mer. Ces plantes abondent dans l'archipel Indien et dans les îles de l'océan Pacifique. Leur aspect est celui d'un ananas à tige arborescente.

De même que le cocotier, les pandanées sont du nombre des végétaux qui apparaissent les premiers sur des terres récemment sorties de l'Océan. Les navigateurs, en effet, ont presque toujours trouvé ces plantes réunies sur les îles de corail des mers tropicales. L'étude que nous avons faite des *tiges fossiles* de cycadées de l'île de Portland nous a appris que des plantes de cette famille, maintenant complétement étrangères à l'Europe, ont été indigènes de la Grande-Bretagne pendant la période de la formation oolitique. Un beau fruit fossile unique rend probable l'existence, dans les mêmes contrées, d'une autre famille tropicale très-voisine de celle des pandanées, au commencement de la grande série oolitique de la formation secondaire (792).

Ce fruit, par sa structure, se rapproche

(788) PARKINSON, *Organic remains*, t. Ier, pl. VII, fig. 1-5. M. Brongniart regarde ces fruits comme appartenant certainement au genre *cocos* et une espèce voisine du *cocos lapidea* de Gœrtner.

(789) Selon M. Ad. Brongniart, plusieurs de ces fruits ont des rapports intimes avec les fruits aromatiques de l'amomum (*cardamome*). Ce sont des fruits triangulaires, très-comprimés, ombiliqués à leur sommet, où se trouve une petite aréole circulaire, indiquant apparemment la cicatrice laissée par un calice adhérent ; à l'intérieur se trouvait trois cloisons ; un léger sillon se voit sur le milieu de chacune des trois faces, comme on présente le fruit de plusieurs plantes de la famille des *scitaminées*. On ne peut toutefois considérer les fruits de l'île de Sheppey comme identiques avec un autre genre de cette famille ; mais ils s'en rapprochent tellement que M. Ad. Brongniart les a désignés sous le nom *d'amomocarpum*.

(790) *Voy.* PARKINSON, *Organic Remains*, t. Ier, pl. VI, VII. — JACOB, *Flora Faverspamensis*, et le docteur PARSONS, dans les *Transactions philosophiques*, de Londres, 1757, t. L, p. 396, pl. XV et XVI. — Il existe une collection de ces fruits dans le musée Britannique ; une autre dans celui de Canterbéry ; une troisième dans le cabinet de M. Bowerbanck, à Londres.

(791) Le beau succin qui se rencontre sur les côtes est de l'Angleterre et sur celles de la Prusse et de la Sicile, et que l'on suppose être une résine fossile, provient de certains lits de lignite des couches tertiaires. On a trouvé des fragments de gomme fossile près de Londres, en creusant un tunel à Highgate à travers l'argile de Londres.

(792) Ce fossile a été trouvé par feu M. Page de Bishport, près de Bristol, dans la région la plus basse de la formation oolitique inférieure, à l'Est de Charmouth, dans le comté de Dorset, et il se voit maintenant dans le muséum d'Oxford. C'est un fruit du volume d'une grosse orange, offrant une enveloppe externe ou *épicarpe* étoilé, composé de tubercules hexagonaux qui sont le sommet de cellules en occupant toute la surface.

Chaque cellule contient une graine unique, ressemblant à une petite graine de riz de forme plus ou moins comprimée, et ordinairement hexagonale. Quand on a enlevé l'épicarpe, on aperçoit le sommet des graines serrées à la surface du fruit. Les bases des cellules sont séparées du receptacle par un amas de pedicelles constituant une masse dense des fibres qui ressemblent aux fibres de la base des graines dans les espèces récentes du pandas. Comme cette position qu'occupe les graines au sommet de pédoncules, composés de longues fibres

davantage du *pandanus* que de toute autre plante actuellement existante, et si nous étudions les particularités d'organisation du fruit des pandanées dans leurs rapports avec les fonctions assignées à ces plantes des rivages de la mer, au sein de l'économie générale de la nature, fonctions qui consistent à prendre les premières possessions d'une terre, aussitôt qu'elle est sortie des eaux, nous trouvons dans ces fibres minces et légères qui remplissent l'intérieur des fruits un arrangement complétement en harmonie avec cet office de colonisation végétale (793). Leur position sur le bord de la mer est cause qu'un grand nombre de leurs fruits tombent dans les eaux, où ils sont ballottés par les vents et par les vagues jusqu'à ce qu'ils s'arrêtent d'une manière définitive sur quelque rivage éloigné. Il suffit d'une drupe unique de pandanus ainsi chargée de graines, pour transporter les éléments d'une végétation jusqu'aux îles volcaniques ou aux récifs madréporiques, qui sortent de l'océan Pacifique actuel. Cette graine, qui est allée s'échouer ainsi sur quelque terre nouvellement formée, donne naissance à une plante qui trouve un moyen de se supporter, sur une surface où il n'existe pas de sol, dans l'arrangement tout particulier qu'offrent les racines aériennes grosses et longues qui naissent autour de la partie inférieure du tronc, à une certaine distance du sol. Ces racines adventives sont disposées de manière à soutenir la plante, comme le feraient des arcs-boutants disposés tout autour de la tige à sa partie inférieure ; elles maintiennent celle-ci dans sa position verticale, et c'est, grâce à leurs services, que l'arbre étale une végétation florissante au milieu du sable aride dont les rescifs sont recouverts, et là où se sont à peine formés les premiers rudiments d'un sol.

Jusqu'ici on n'a encore rencontré à l'état fossile aucun débris de feuilles ou de troncs de pandanées ; mais le fruit unique trouvé dans la formation oolitique inférieure des environs de Charmouth est de cette date précise où l'Angleterre, ainsi que nous l'enseignent d'autres témoignages, était encore une terre nouvellement sortie des mers, au sein d'un climat chaud et humide ; et nous y voyons la preuve qu'à l'époque où les terrains oolitiques étaient en progrès de formation, il existait des végétaux offrant des combinaisons de structure toutes pareilles à celles qui nous sont offertes par les pandanées actuelles, et ayant de même pour but spécial le transport au loin de colonies végétales.

Ainsi ce fruit est un nouvel anneau qui s'ajoute à la chaîne des découvertes qui nous ont fait connaître la flore des périodes géologiques secondaires ; et il nous fournit de nouveaux témoignages de l'existence d'un ordre, d'une harmonie, et d'une sagesse qui sait créer des ressources spéciales pour des fins déterminées ; ordre, harmonie et sagesse que nous ne perdons pas un instant de vue, lorsque, jetant nos regards en arrière, nous remontons jusqu'aux conditions les plus anciennes de notre planète, en parcourant successivement toutes les révolutions qui se sont accomplies à sa surface (794).

PARADIS TERRESTRE, *les fleuves qui l'arrosent* (Euphrate, Tigre, etc.) *coulent sur le terrain tertiaire.* — *Voy.* MAUPIED. *sub fin.*

PARISIEN (ÉTAGE). — Le deuxième de la période tertiaire et le vingt-cinquième de la série totale des terrains. C'est l'époque de la première apparition des ordres de mammifères marsupiaux, quadrumanes, cheiroptères (chauves-souris), cétacés ; des oiseaux de proie, grimpeurs et gallinacés ; des reptiles ophidiens (serpents) ; etc. C'est le règne des genres *palæotherium*, *anoplotherium*, *taxotherium*, etc., etc. Cet étage a reçu un grand nombre de noms, suivant la composition minéralogique ou la superposition, tels que *glauconie grossière*, *calcaire grossier*, *calcaire moyen*, *gypse de Montmartre*, *argiles de Londres*, *calcaire à orbitolithes*, *terrains tertiaires inférieurs*, de MM. Dufresnoy et Elie de Beaumont ; c'est aussi une partie de l'*étage éocène*, de M. Lyell.

On cite plusieurs types français de cet étage, à Grignon, Auvers, Blaye, Ermenonville, etc.

« On a réuni dans un seul ensemble, dit M. Alc. d'Orbigny, *Cours élém. de Paléont.*, t. II, p. 740), tous les terrains tertiaires des sables moyens aux plus inférieurs aux environs de Paris ; et cette réunion a, sans doute, beaucoup contribué à faire méconnaître, comme le représentant des couches nummulitiques des Pyrénées, par exemple, les couches suessoniennes que nous en séparons, comme étage, par suite de considérations stratigraphiques et paléontologiques. Si, en effet, on confond ces deux étages, beaucoup de faits restent inexplicables, tandis qu'en les séparant, tout paraît en harmonie, comme nous avons cherché à le démontrer. Pour nous, l'étage suessonien, dans le bassin parisien, finit avec la zone *nerita schemidelliana* (*conoidea*), du *nummulites planulata* ; et l'étage parisien commence avec la zone du *nummulites lævigata*, dans les glauconies grossières ; il comprend les

rigides qui les portent à une certaine distance du réceptacle, est d'un caractère que l'on ne rencontre dans aucune autre famille moderne que celles des pandanées, nous sommes conduits à réunir notre fruit fossile à cette remarquable tribu de végétaux, en en formant un nouveau genre, le genre *podocarya*.

(793) Nous trouvons dans la masse légère de fibres qui entoure la noix de coco une disposition semblable ayant pour but de tranporter sur des points éloignés de l'Océan les graines de cette famille de plantes qui vit en compagnie des pandanées sur le bord de la mer.

(794) On trouve en même temps que les noix de coco à une période reculée les formations tertiaires, parmi les nombreux fruits fossiles de l'argile de Londres, dans l'île de Sheppey, des fruits d'un autre genre de pandanées que M. Ad. Brongniart a désigné sous le nom de *pandanocarpum* (*Prodrome*, p. 138.)

calcaires grossiers, les sables moyens, les calcaires lacustres, et jusques et y compris les gypses de Montmartre. Circonscrit de cette manière, l'étage, suivant sa composition minéralogique, a été appelé *glauconie grossière*, *calcaire grossier* et *sables moyens*; mais ces noms, peut-être applicables dans le bassin anglo-parisien, à quelques points, ne peuvent l'être ailleurs. Sous le nom d'*éocène*, M. Lyell a réuni les deux étages suessonien et parisien. Sous ce rapport, nous n'aurions pu le conserver, si d'autres motifs, énoncés ailleurs, ne nous empêchaient de l'admettre. Nous lui avons appliqué le nom de *parisien*, employé déjà depuis longtemps, par la double raison que les environs de Paris montrent la plus vaste extension et l'ensemble le plus complet de l'étage, et que cette dénomination, devenue vulgaire, ne comporte aucune composition minéralogique ni paléontologique. »

Le bassin anglo-parisien offre de vastes surfaces de cet étage remarquable. On le voit, en effet, sur les dernières couches de l'étage suessonien, couvrir tout l'intervalle compris entre Épernay et Pacy (Eure), et entre La Fère et Montereau. Nous citerons, pour le démontrer, quelques-unes des localités les plus connues par leurs fossiles, dans chaque département. On le trouve tout autour de Paris, à Gentilly, à Ivry, à Montrouge, à Vaugirard, à Chaillot, à Saint-Ouen, à Belleville, à Pantin, à Nanteuil; dans le département de Seine-et-Oise, à Grignon, à Auvers, à Pontoise, à Magny, à Saint-Germain, à Parnes (Ferme des Boves), à Valmondois, à Beauchamp, à Sèvres, à Saint-Nom, à Chérence, à Saillancourt; dans l'Oise, à Chaumont, au Vivray, à Ponchon, etc., etc.

En résumé, l'étage, tel que nous le circonscrivons, en le séparant de l'étage suessonien, n'est pas borné seulement au bassin anglo-parisien, ainsi qu'on l'a cru pendant longtemps, mais il occupe encore en France, les bassins pyrénéen et méditerranéen, la Belgique et une grande surface de l'Amérique septentrionale.

« *Stratification.*—Dans tout le bassin anglo-parisien, l'étage qui nous occupe repose en couches concordantes sur l'étage suessonien, et tous les géologues sont maintenant d'accord sur ce point. Les puits creusés à Gentilly, à Vaugirard, pour l'extraction des argiles, ont montré les calcaires grossiers sur les lignites, les argiles plastiques ou leurs semblables. On peut le voir à Chaumont (Oise), à Laon, à Soissons (Aisne), à Meudon, près de Paris; à Damery, à Emonville (Marne), au Mont-Ganelon, près de Compiègne, à Cuise-la-Motte, et sur une infinité de points que nous croyons inutile de citer, car c'est un fait général. Tout prouverait donc que, dans le bassin anglo-parisien, l'étage parisien a succédé régulièrement à l'étage suessonien. En Angleterre, la même superposition existe. Dans le bassin pyrénéen, le lambeau de Blaye paraît être dans la même position relative, par rapport aux couches suessoniennes de Royan, que le creusement de puits a fait retrouver, ainsi que les couches parisiennes de Blaye, jusqu'au-dessous de Bordeaux; ce qui place ces étages absolument dans les mêmes relations que dans le bassin anglo-parisien. Il ne resterait donc aucun doute sur la succession régulière, dans l'ordre chronologique, de l'étage parisien après l'étage suessonien.

« *Discordances.* — Maintenant, les motifs stratigraphiques qui nous ont fait séparer l'étage suessonien de celui-ci, indépendamment des différences paléontologiques, ont été décrits à l'étage précédent. Nous ne reviendrons donc pas sur les limites inférieures de l'étage parisien, qui prouvent que ces deux étages superposés ont suivi, chacun en particulier, des allures distinctes, et ont subi les conséquences de perturbations géologiques spéciales. Si la superposition, dans le bassin anglo-parisien, prouve, en effet, que les deux étages se sont succédé régulièrement, l'isolement des deux prouve leur indépendance.

« Par les limites stratigraphiques supérieures de l'étage parisien, elles sont aussi tranchées que possible, par des discordances d'isolement; le manque, sur l'étage parisien, du sous-étage tongrien, ou le manque, sous l'étage tongrien, de l'étage parisien; ce qui annonce encore leur complète indépendance. On trouve l'étage parisien isolé dans l'étage tongrien, dans le département de la Manche, à Hautevelle, et sur tous les points de ce lambeau, dans le bassin anglo-parisien, ainsi qu'en Angleterre, où, jusqu'à présent, l'étage tongrien manque. Le même isolement se remarque à Noirmoutiers (Vendée), à Machecoul (Loire-Inférieure), dans le bassin pyrénéen; à Faudon, à Ancelle, à Saint-Bonnet (Hautes-Alpes), dans le bassin méditerranéen. L'étage tongrien paraît aussi manquer aux États-Unis, sur cette vaste surface de l'étage parisien. Si nous cherchons, au contraire, les points où se trouve l'étage tongrien sous l'étage parisien, qui lui est partout inférieur sur les points où il n'y a pas de lacunes, nous les trouverons encore dans le bassin pyrénéen, à Lesperon (Landes), où cet étage repose sur l'étage sénonien, et surtout dans tout le bassin de la Loire, où les couches terrestres tongriennes reposent sur les terrains crétacés, aux environs de Tours.

« *Déductions tirées de la position des couches.* — En voyant, sur tous les points du bassin anglo-parisien, les couches parisiennes reposer en couches presque concordantes, pour ainsi dire horizontales ou légèrement inclinées vers le centre du bassin, on acquiert la certitude que cet étage, comme les vingt étages qui précèdent, a conservé dans le bassin anglo-parisien, une position presque identique à celle qu'il occupait dans les mers parisiennes. Les couches de Belgique, dans la continuation du bassin anglo-parisien, s'y présentent aussi telles qu'elles ont été déposées dans les mers de cette période. En étudiant, dans le bassin pyrénéen, les cou-

ches de Blaye et des autres points de la Gironde, on arrive aux mêmes conclusions. Ce sont des parties encore intactes des mers parisiennes. A côté de ces parties intactes, nous voyons, au contraire, toutes les couches de Faudon, d'Ancelle et de Saint-Bonnet, disloquées de toutes les manières. Plus de portions horizontales sur ces lieux, mais bien des couches fortement inclinées qui, depuis leur dépôt tranquille, ont subi la dislocation des Alpes, longtemps après leur dépôt primitif horizontal.

« Dans le bassin anglo-parisien, sur les points où les couches montrent qu'elles se sont succédé tranquillement des inférieures aux supérieures, on a reconnu, en France, trois divisions naturelles superposées, souvent caractérisées par une composition minéralogique distincte, et toujours par un assez grand nombre d'espèces de coquilles fossiles spéciales. Ces trois divisions, remarquées par beaucoup de géologues, ont reçu, lorsque la nature des sédiments se trouvait d'accord avec elles, les noms de *glauconie grossière*, de *calcaire grossier* et de *sables moyens*. Comme nous avons cru reconnaître que ces divisions, purement basées sur la nature minéralogique des couches, n'étaient pas toujours d'accord avec le niveau géologique et des faunes, nous en admettrons seulement deux dans le bassin anglo-parisien de France; mais, alors, nous les désignerons, dans l'étage, comme *zone inférieure* (comprenant la glauconie grossière et le calcaire grossier), et *zone supérieure* (pour les sables moyens). Néanmoins, comme nous croyons que ces différences de composition de faune des parties supérieures dépendent, surtout, d'une zone de moindre profondeur d'habitation dans les mers, nous ne la distinguons que pour suivre les divisions devenues vulgaires dans le classement des dépôts sédimentaires des environs de Paris.

« *Composition minéralogique.* — Après tous les beaux travaux de MM. Brongniart, Elie de Beaumont, Constant Prévost, Graves, et de tant d'autres géologues recommandables, il reste peu de chose à dire sur la nature minéralogique des couches du bassin anglo-parisien.

« *Puissance connue.* — Dans le bassin anglo-parisien, la puissance de l'étage est très-variable, suivant les lieux; mais, sur les points les plus épais, l'ensemble peut atteindre près de 100 mètres d'épaisseur. M. Chamousset l'évalue, à Thones, à 475 mètres; M. Scipion Gras trouve, à Faudon, 1,000 mètres environ de puissance.

« *Déductions tirées de la nature des sédiments.* — Au milieu de tant de déductions, toutes plus intéressantes les unes que les autres, qu'on pourrait tirer de la nature des sédiments de l'étage parisien, bornons-nous à quelques exemples.

« La présence de coquilles terrestres seules, telles que *lymnea*, *physa*, *planorbis*, souvent mélangées à des coquilles terrestres du genre *helix*, mais sans mélange de coquilles marines, annonce des dépôts purement terrestres ou lacustres, formés pendant la période parisienne. Ces dépôts existent sur presque tout le bassin parisien, soit sous la forme de calcaires siliceux ou de meulières, soit sous la forme de véritables calcaires ou de travertins pétris des genres cités. Ces dépôts, toujours supérieurs aux calcaires grossiers et aux sables moyens, se voient surtout autour de Paris. Nous considérons encore comme un dépôt lacustre fait sous l'action des eaux, les gypses de Montmartre et autres. La stratification bien distincte, la position horizontale des corps organisés qu'on y rencontre dans les différents lits horizontaux, amènent au moins à cette conclusion. La transformation de ces couches sédimentaires en sulfate de chaux serait postérieure à leur dépôt.

« Nous ne connaissons pas de points littoraux de cet étage bien marqués en France, à en juger par le grand nombre de poissons et de coquilles flottantes de céphalopodes, de graines, de plantes; ils paraissent exister en Angleterre sur plusieurs points de l'argile de Londres, notamment à l'île de Sheppey, illustrée par les savantes recherches de M. Bowerbank sur les graines fossiles.

« Le grand nombre de gastéropodes et d'acéphales peut faire croire que les points suivants se sont déposés au-dessous du balancement des marées, mais en des lieux peu profonds. Dans les couches inférieures, on les trouve autour de Paris, à Vaugirard, à Gentilly, à Chaillot, à Grignon, à Parmes, à Mouy, à Mouchy-le-Chatel, à Gypseuil, à Siancourt, à Chaumont, au Vivray, à Ully, à Marquemont, à Villers-Cotterets, à Courtagnon, à Damery, à Montmirail, etc., et dans la Manche. Dans les couches supérieures (sables moyens), on les trouve à Vaugirard, à Valmondois, à Auvers, à Beauchamps, à la Chapelle, près de Senlis, à Tancrou, à Monneville, à Villemétrie, à Acy, à Ver, à Mortefontaine, à Ermenonville, à Damery, à Nanteuil, à Courtagnon. Nous pourrons encore considérer comme tels, dans le bassin pyrénéen, les dépôts de l'île de Noirmoutiers et ceux de Pauliac, dans la Gironde; il en est de même de l'ensemble des dépôts de Faudon, d'Ancelle et de Saint-Bonnet, dans le bassin méditerranéen, et de presque toutes les couches de Belgique.

« Les mélanges de coquilles marines et terrestres de ces couches, indiqués par quelques auteurs, tiennent souvent aux connaissances peu exactes qu'on avait des habitudes de quelques genres, et à de fausses déterminations de quelques autres. On prenait, par exemple, des *chemnitzia marines* pour des *melania*, des *natica* pour des *ampularia*, et l'on croyait à tort toutes les néritines fluviatiles; de là des coquilles fluviatiles, quand il n'en existe réellement aucune dans les dépôts marins.

« Les dépôts sous-marins du bassin anglo-parisien, partie française, nous paraissent, de plus, avoir été formés sous l'influence

de courants plus ou moins forts. Le grand nombre de coquilles qu'ils renferment, souvent brisées, entières et presque jamais dans leur position normale d'existence, aussi bien que la multiplicité des foraminifères, et le manque d'éléments vaseux, annoncent, en effet, des bancs évidemment formés sous l'influence des courants d'un charriage incessant. Nous pouvons encore aller plus loin par rapport aux courants, et retrouver quelle en était la direction successive.

« *Remaniements.* — D'autres conséquences peuvent encore être déduites de l'examen des couches d'Auvers. Nous avons dit que, d'après la position stratégraphique d'Auvers, la composition de sa faune dépend de la zone supérieure de l'étage parisien. Nous avons dit encore que les couches de sable quartzeux, formées sous l'influence des courants, renferment un grand nombre de coquilles des zones inférieures du même étage, évidemment roulées à l'état fossile, avec des fragments de calcaire grossier encore pétris de leurs fossiles, qui ne peuvent provenir que des dénudations de couches inférieures d'autres points, et de leur remaniement par les courants dans les sables d'Anvers. Ce fait, reconnu depuis longtemps à Valmondois, par M. Constant Prévost; à Tancrou, à Assis, par M. Graves; que tout le monde peut vérifier à Auvers, annonce que les zones inférieures avaient déjà eu le temps de se consolider avant d'être dénudées et charriées ainsi dans la zone supérieure, et que dès lors un temps considérable a dû s'écouler entre l'une et l'autre époque, qui aujourd'hui se confondent, pour ainsi dire.

« Le remaniement évident des fossiles des diverses zones parisiennes dans les couches d'Auvers, qui paraît se reproduire également à Valmondois, à Tancrou, à Assis, à Bouconvillers (Oise), à peu près dans les mêmes circonstances, est la meilleure preuve que nous puissions donner de l'attention toute particulière qu'on doit apporter à l'examen minutieux d'une couche avant de la rapporter à une époque quelconque. Par sa position géologique, par ses sables quartzeux, les couches d'Auvers ont été placées avec raison dans la zone supérieure de l'étage parisien (sables moyens); et parce qu'elles contiennent des coquilles de la zone inférieure (glauconie grossière et calcaire grossier), on a cité ce point comme exemple de mélange, sans expliquer si ce mélange avait eu lieu du vivant des coquilles ou après. Pour nous, les couches d'Auvers, de Valmondois et de Tancreu ne doivent être citées qu'avec la plus grande réserve comme horizon. On doit y prendre, pour les restituer à leurs véritables zones, les fossiles qui s'y trouvent remaniées; et dans aucun cas on ne pourra les mentionner comme exemple de mélange à l'état de vie des fossiles qu'elles renferment, puisque ces mélanges se sont faits évidemment à l'état fossile.

« *Oscillations du sol.* — L'état parisien est caractérisé par des oscillations du sol qu'on ne peut s'empêcher de reconnaître dans la superposition de dépôts de provenances si différentes. Il serait, en effet, difficile d'expliquer, sans ces causes puissantes, la succession, dans le bassin, des couches fluviales, évidemment terrestres, aux couches marines qui marquent toutes les parties inférieures de l'étage. Pour que des êtres fluviatiles aient vécu sur des points antérieurement marins, il a fallu soit un affaissement sous-marin d'une autre vaste partie des mers parisiennes, soit la surélévation des points où les dépôts terrestres existent; action que nous voyons encore avoir lieu sous l'influence des oscillations. Il a fallu ensuite qu'un laps de temps considérable s'écoulât entre la surélévation des points sous-marins et l'arrivée des coquilles fluviatiles; car nous savons, par expérience, que la moindre salure des eaux ne permet pas aux lymnées d'exister.

« *Caractères paléontologiques.* — Les genres qui naissent (au nombre de 120), comparés aux genres antérieurement existants qui s'y éteignent (au nombre de 20), montrent que la faune de l'étage parisien continue la période croissante de développement des genres propres aux terrains tertiaires. Les deux séries animales qui donnent plus de formes nouvelles dans cet étage sont les zoophytes, qui en offrent 27, et les poissons, qui en montrent 21. Voici, du reste, les caractères différentiels plus spéciaux qui dépendent des formes génériques.

« Les genres qui s'éteignent dans l'étage suessonien, sans passer à l'étage parisien, seraient autant de caractères négatifs qu'on peut invoquer pour séparer ces deux étages. Ces genres, comme on peut le voir à l'étage précédent, sont au nombre de 44.

« Les genres qui, encore inconnus dans cet étage, ne se montrent pour la première fois qu'avec l'étage falunien, forment des caractères négatifs propres à distinguer ces deux étages; ainsi donc, 148 genres donnent des caractères négatifs entre les étages parisien et falunien. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales; parmi les mammifères, 47 genres; parmi les oiseaux, 4 genres; parmi les reptiles, 7 genres; parmi les poissons, 7 genres; parmi les crustacés, 14 genres; parmi les céphalopodes, le genre *spirulirostra;* parmi les gastéropodes, 20 genres; parmi les mollusques lamellibranches, 6 genres; parmi les brachiopodes, le genre *orbicula;* parmi les bryozoaires, 5 genres; parmi les échinodermes, 6 genres; parmi les zoophytes, 15 genres; parmi les foraminifères, 15 genres. En résumé, 190 genres peuvent donner des caractères négatifs pour distinguer l'étage parisien des étages qui le précèdent ou le suivent immédiatement.

« Les caractères distinctifs positifs, que nous pouvons invoquer pour distinguer l'étage suessonien de l'étage parisien, nous sont donnés par tous les genres qui, inconnus dans le premier, naissent seulement

dans le second. Ces genres sont au nombre de 120.

« Les genres qui naissent et meurent dans l'étage parisien sont autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour le distinguer de l'étage falunien, où ces genres sont jusqu'à présent inconnus. Ces genres sont au nombre de 49. En joignant à ces genres ceux, au nombre de 20, qui, nés antérieurement, s'éteignent encore dans l'étage parisien, sans passer à l'étage suivant, nous aurions donc aujourd'hui, comme pouvant donner des caractères positifs entre les étages parisien et falunien, le nombre de 69 genres.

« En dehors de quelques centaines d'espèces d'animaux vertébrés et annélés de plantes que nous n'énumérons pas ici, nous avons, en espèces d'animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 1,576 espèces. Si nous ôtons de ce nombre les 8 espèces indiquées à l'étage précédent comme s'y trouvant également, il restera encore 1,568 espèces caractéristiques de cet étage sur les différents points où il se montre, et sous ses divers aspects minéralogiques.

« *Chronologie historique.* — La dislocation de la chaîne des Pyrénées a déterminé une puissante perturbation qui a interrompu la durée de l'étage suessonien, et a détruit à la fois 44 genres spéciaux à cette époque, en même temps que les 670 espèces que nous avons signalées dans cette période d'existence. Lorsque le calme est venu remplacer l'agitation produite par cette révolution géologique, ont paru sur la terre et dans les mers 120 genres d'animaux jusqu'alors inconnus, renfermant plus de 1,700 espèces. C'est au moins ce qui a été décrit jusqu'à présent.

« Les continents et les mers subissent plusieurs changements de forme. La mer du bassin anglo-parisien se modifie moins dans sa partie ouest en Angleterre, et dans la partie sud-ouest de la France, où elle ne fait que laisser quelques atterrissements littoraux à son pourtour, tout en conservant la forme qu'elle avait à l'étage précédent. Par suite de la surélévation simultanée dans une direction-est quelques degrés au sud, et ouest quelques degrés nord, du Surrey et du Sussex en Angleterre, du pays de Bray, des départements du Nord et du Pas-de-Calais en France, où par suite de l'affaissement des parties situées au nord et au sud de ces points, et d'une partie de la Manche, la mer parisienne paraît avoir abandonné ces parties surélevées, et avoir formé deux golfes distincts : l'un au nord, occupant, en Angleterre, tous les versants de la Tamise, autour de Londres, et se continuant en Belgique par Bruges, Bruxelles, jusque près de Tongres; l'autre au sud, qui commence en Angleterre aux régions voisines de l'île de Wight, qui couvrait une partie du Cotentin (Manche), et de là jusqu'à Damery, près d'Epernay, mais ne passait pas au nord de Laon. On voit que si ces mers se sont retirées du centre du bassin anglo-parisien, elles ont envahi le Cotentin et une partie de la Belgique.

« Des changements encore plus considérables se sont opérés dans le bassin pyrénéen. La chaîne des Pyrénées, en surgissant au-dessus des eaux, est venue changer la forme des mers. Si les limites septentrionales sont restées presque les mêmes avec des atterrissements littoraux, les limites méridionales sont différentes. La mer qui s'étendait à l'étage suessonien jusqu'en Espagne, et couvrait tous les points occupés aujourd'hui par la chaîne des Pyrénées, s'est considérablement retirée vers le nord, et occupe une petite partie de ce bassin. On n'en voit effectivement les traces qu'entre Bordeaux et l'Océan.

« Le bassin maritime méditerranéen par la même raison, change aussi de forme; il ne communique plus avec le bassin pyrénéen, et ses limites occidentales s'avancent encore vers l'est. Nous croyons, par les lambeaux connus, que la mer parisienne commençait près de Nice, passait par Faudon, par Saint-Bonnet, aujourd'hui aux parties élevées des Hautes-Alpes (cette chaîne n'existant pas encore), et s'étendait jusqu'aux Diablerets, près de Bex; là, nous perdons ses limites. C'est encore, durant l'étage parisien, que des parties considérables des États-Unis, du 31 au 39° de latitude, surélevés depuis la fin des terrains crétacés, donnent accès, par suite d'un affaissement, aux mers parisiennes, qui, par la contemporanéité des mêmes espèces, s'étendaient probablement sans interruption depuis Paris jusqu'à la province d'Alabama, dans l'Amérique septentrionale.

« Les continents s'agrandissent autour des bassins maritimes préexistants, des parties surélevées dans le Sussex, dans le pays de Bray et dans le Pas-de Calais, en France et en Angleterre. Ils augmentent bien plus encore, dans le bassin pyrénéen, où, désormais, la chaîne des Pyrénées, surélevée à la fin de la période suessonienne, offre une puissante barrière aux océans, qui se retirent au nord, et laissent non seulement la chaîne des Pyrénées tout entière hors des eaux, mais encore l'intervalle compris entre cette chaîne et le massif central, ne formant qu'un seul et même continent qui couvre, de plus, tout le Languedoc et la Provence, et se continue vers le nord-est, à une grande distance. A côté de ces parties continentales gagnées sur les mers, nous voyons, au contraire, le continent de l'époque suessonienne perdre la partie envahie par la mer dans le Cotentin, près de Valognes, et surtout une vaste partie de la Belgique, surélevée depuis l'étage carbonifèrien et entièrement étrangère au premier âge des terrains tertiaires. Les continents se sont encore diminués de toute la partie envahie par la mer aux Etats-Unis, sur huit degrés en latitude de longueur.

« Les mers nourrissent un grand nombre d'animaux nouveaux, parmi lesquels on remarque que les mollusques ne donnent

plus que quelques genres ; ainsi que les animaux annelés, tandis que les classes, qui offrent le plus grand nombre de genres nouveaux, sont les poissons et les zoophytes. On voit, en effet, sur les 92 genres nouveaux vivant dans les mers, que 20 dépendent des poissons et 27 des zoophytes, tandis que les 45 genres qui restent dépendent de 8 classes distinctes. C'est la première fois que les mers sont peuplées de cétacés ou mammifères marins, qui montrent alors les genres dauphin (*delphinus*) et *balænodon*. Les crustacés offrent les premiers crabes (*cancer*); les mollusques, les genres *tiphis*, *harpa*, *crepidula*; de nombreux zoophytes et des foraminifères, surtout des milioles ou *agathistègues*, dont les espèces dans la mer étaient si nombreuses, qu'on doit souvent à leur agglomération les calcaires dont Paris est bâti, et qui forment des couches entières à Gentilly, à Vaugirard, à Luzarches et ailleurs. Si nous avons reconnu que 27 millimètres cubes de ces calcaires contiennent jusqu'à 58,000 de ces coquilles, on pourra, par là, calculer le nombre d'individus et le temps qu'il a fallu pour en former des couches de plusieurs mètres de puissance, et s'étendant de Gentilly à Luzarches. Avec ces animaux, on connaît encore dans la mer parisienne de nombreuses espèces de plantes marines.

« Si nous avons vu les mers s'enrichir d'un grand nombre d'êtres nouveaux, les continents n'en offrent pas moins. C'est à cette époque que paraissent pour la première fois parmi les mammifères, les ordres de quadrumanes ou singes, et les chéiroptères ou chauves-souris. Les oiseaux présentent encore des oiseaux de proie, des grimpeurs et des gallinacés jusqu'alors inconnus, en même temps que les premiers représentants des reptiles ophidiens ou serpents. Les bois étaient donc peuplés en France, en Angleterre, de macaques, de crotales, de didelphes, de taxotherium, etc., etc., tandis que les plaines nourrissaient des palæotherium, des anoplotherium, etc., tous genres inconnus aujourd'hui, qui animaient cette époque. Les plantes qu'on trouve avec ces animaux sont également des régions chaudes.

« La présence dans la province d'Alabama, aux Etats-Unis, des mêmes espèces marines qu'aux environs de Paris et en Angleterre; la découverte des singes, des crotales et de tant de genres propres aux régions chaudes qui vivaient en France et en Angleterre, en même temps qu'un grand nombre de poissons et de plantes des pays chauds, reconnus à l'île de Sheppey, en Angleterre, prouvent qu'il y avait, sur toutes ces régions, aujourd'hui si distinctes, une température terrestre et marine spéciale aux régions équatoriales, et que les zones isothermes n'existaient pas encore sur la terre.

« Les oscillations du sol étaient fréquentes pendant cette période, qui a dû être de longue durée à en juger par la puissance des couches et surtout par le nombre des êtres fossiles qu'elles renferment dans le bassin anglo-parisien.

« Une perturbation géologique aurait encore interrompu cette période d'existence, causée soit par des dislocations lointaines ou sous-marines, dont les discordances supérieures nous donnent la preuve, soit par la dislocation du *système de la Corse et de la Sardaigne*, dont la direction est du sud au nord, et que M. Elie de Beaumont place à la fin de cette époque. »

PECTINIBRANCHES. *Voy.* Gastéropodes.

PENTACRINITE. — Genre de zoophytes de la famille des crinoïdiens. (*Voy.* Crinoïdiens et Encrinite.) L'histoire de ces corps fossiles qui abondent dans les couches inférieures de la formation oolithique et surtout dans les lias, a été éclairée d'une lumière toute nouvelle par la découverte de deux espèces de ce genre actuellement existantes : la pentacrinite tête de Méduse et la pentacrinite d'Europe. Quelques échantillons seulement de la première espèce ont été recueillis à de grandes profondeurs de la mer, aux Indes occidentales ; ils ont leur extrémité inférieure brisée comme si on les avait arrachés du point où ils étaient fixés sur le fond de la mer. Quant à la pentacrinite d'Europe, on l'a trouvée attachée à diverses espèces de sertulaires et de flustres, dans la baie de Cork, et en d'autres points des côtes de l'Irlande.

Les pentacrinites paraissent voisines de la famille actuelle des étoiles de mer; et elles semblent se rapprocher surtout de la comatule. Leur squelette constitue la plus grande partie de la masse de leur corps. Dans les espèces actuelles, cette charpente solide est revêtue d'une enveloppe gélatineuse accompagnée d'un système musculaire destiné à déterminer les mouvements de chacun des osselets; et, bien que ces parties molles aient entièrement disparu dans les espèces fossiles, leur existence nous est attestée par l'appareil qui se voit sur chacun des osselets pour l'insertion des fibres musculaires.

Les phalanges calcaires qui constituent les doigts dans la pentacrinite d'Europe sont, de même que les tentacules, susceptibles de se contracter et de s'étendre dans tous les sens; parfois elles s'épanouissent comme les pétales d'une fleur; et d'autres fois s'enroulent et enveloppent la bouche comme les diverses pièces d'un bourgeon non encore ouvert. Ces organes ont pour but de saisir la proie et de la conduire à la bouche. Ainsi les habitudes des animaux actuellement existants nous font connaître les mouvements et la manière de vivre des nombreux membres fossiles de cette famille ; et nous y trouvons une preuve de plus de la validité du mode de raisonnement auquel nous sommes obligés d'avoir recours dans nos études sur les débris des espèces éteintes. Nous concluons en effet du temps présent aux temps passés; et des dispositions mécaniques que nous observons dans les squelettes fossiles, nous concluons la nature et les fonctions des muscles destinés à imprimer à chaque os ses mouvements.

Parmi les nombreuses espèces fossiles du

genre *pentacrinite*, je vais choisir celle que le nombre extraordinaire de rayons auxiliaires ou bras latéraux que l'on voit le long de la colonne vertébrale a fait désigner sous le nom de pentacrinite briarée.

Tige ou colonne vertébrale. — Les principes d'après lesquels est construite la partie supérieure de la tige, des pentacrinites sont tout à fait analogues à ceux que nous avons décrits à propos de la même partie de la tige des encrinites (795).

C'est parce que les articles qui constituent la tige présentent, vus de face, diverses modifications de la forme pentagonale et étoilée, que l'on a donné à ces êtres le nom d'astéries ou pierres étoilées (*star-stones*).

Ces surfaces horizontales offrent des séries variées de dentelures serrées et qui sont reçues dans des sillons correspondants de la vertèbre suivante; et ces dispositions ont pour but de permettre la flexion de la colonne en tous sens, sans qu'il y ait risque de dislocation.

La racine de la pentacrinite briarée paraît avoir été faible, et facile à détacher du point où elle était fixée (796). L'absence de larges sécrétions solides, telles que celles de l'apiocrinite, par où cette espèce pût se fixer au fond d'une manière permanente, et ce fait qu'on la rencontre fréquemment en contact avec des masses de bois flotté converti en jais, nous conduit à penser qu'elle devait être douée de locomotion, et qu'elle pouvait s'attacher d'une manière temporaire à des corps flottants étrangers ou aux rochers du fond de la mer, soit à l'aide de ses bras latéraux, soit en se servant d'une petite racine articulée mobile (797).

Rayons accessoires ou bras latéraux — Les bras latéraux deviennent de plus en plus petits à mesure qu'ils se rapprochent de l'extrémité supérieure de la colonne. Dans la pentacrinite briarée (798) on en compte près de mille, et ces organes si nombreux remplissaient, lorsqu'ils étaient épanouis, les fonctions de filets auxiliaires pour retenir

(795) Les vertèbres de la pentacrinite briarée sont des plaques alternativement plus épaisses et plus minces, séparées entre elles par d'autres plaques encore d'un diamètre plus petit. Les bords de ces derniers n'apparaissent au dehors que sur les arêtes de la colonne pentangulaire. Elles prennent à l'intérieur une épaisseur plus grande, et y forment une sorte de collier intervertébral.

On voit une semblable alternance dans les plaques vertébrales de la *Pentacrinites subangularis*.

(796) M. Miller décrit un nouvel échantillon de la pentacrinite tête de Méduse, dans lequel les vertèbres des environs de la base sont en partie soudées, et ne jouissent que d'une flexibilité très-faible en ce point où presque aucune flexion n'était nécessaire; mais plus haut les vertèbres s'amincissent, et on les voit prendre cette disposition dont nous avons déjà parlé, de pièces alternativement plus minces et plus épaisses, plus étroites et plus larges, et cette disposition devient de plus en plus sensible, à tel point que, vers le sommet, les vertèbres les plus minces ne paraissent plus que des sortes de lames membraneuses destinées à réunir entre elles les vertèbres les plus développées. Le même auteur a remarqué, à la surface interne de chaque vertèbre, des traces produites par l'action de fibres musculaires contractiles.

(797) L'échantillon figuré par Buckland provient du lias de Lyme-Regis; il est fixé sur le côté d'une pièce d'un jais imparfait, qui faisait partie d'une couche mince de lignite contenue dans la marne liasique, entre Lyme-Regis et Charmouth.

Dans presque toute l'étendue de cette couche, mademoiselle Anning a observé d'une manière à peu près constante les faits curieux que voici : La surface inférieure *seule* est recouverte d'une couche entièrement composée de pentacrinites, et d'une épaisseur qui varie de un à trois pouces. On trouve ces zoophytes dans une position à peu près horizontale, avec le pied dirigé vers la partie supérieure, et par conséquent vers la lignite elle-même. La plupart de ces pentacrinites sont si parfaitement conservées, qu'elles ont dû évidemment être ensevelies dans l'argile qui maintenant les enveloppe, avant que leur décomposition eût commencé. Il n'est pas rare de trouver de grandes tables longues de plusieurs pieds, à la surface *inférieure* desquelles seulement se voient des bras et des doigts de ces animaux fossiles, épanouis comme les plantes d'un herbier, tandis que la surface *supérieure* ne présente qu'un amas de tiges en contact avec la face inférieure de la lignite. Le plus grand nombre de ces tiges sont ordinairement parallèles entre elles, comme si elles avaient été entraînées dans une direction commune par le courant où elles ont flotté en dernier lieu.

Ce fait de débris rassemblés immédiatement *au dessous* de la limite, et jamais à sa surface supérieur, semble montrer que ces créatures se réunissaient par groupes nombreux et se fixaient, comme nos anatifes modernes, à des masses de bois flottantes qui ont été ensevelies soudainement, ainsi que les animaux qu'elles portaient, dans la vase dont l'accumulation a produit la marne où se trouve enveloppé cet amas curieux de débris animaux et végétaux. On rencontre aussi dans le lias des fragments de bois pétrifiés où sont fixés de nombreux groupes de moules, dans la position que prennent les moules modernes sur les pièces de bois flottant.

(798) Chacun des mille bras latéraux de cet animal n'avait pas moins de cinquante à cent articles. Le nombre des articles diminue graduellement à mesure que les bras sont plus voisins du sommet de la colonne vertébrale. Mais comme il y en a plus de cent dans un seul des bras les plus grands et les plus inférieurs, on peut, sans crainte d'exagération, prendre cinquante pour moyenne du nombre de ces pièces dans tout l'ensemble des bras.

Chacune de ces pièces s'articule avec la pièce adjacente par des moyens analogues aux tenons et aux mortaises qu'emploie l'art de la charpente, mais doués de mobilité; et les surfaces articulaires varient dans leur forme ainsi que les articles eux-mêmes, de façon à rendre d'autant plus facile le mouvement en tous sens, qu'ils se rapprochent davantage de l'extrémité du bras où le diamètre est le plus petit.

Tout l'ensemble de ce mécanisme délicat, que nous voyons se reproduire dans chacun des bras latéraux en particulier, nous semble disposé pour un double but, d'abord celui de fixer l'animal aux corps étrangers, puis celui de saisir la proie. Chacun des articles les plus grands qui entrent dans la composition de la colonne vertébrale donne naissance à cinq de ses bras; les premières phalanges de ces bras s'articulent avec la grande vertèbre qui les porte, en se dirigeant alternativement à droite et à gauche, afin d'y trouver une position plus commode pour les mouvements qu'ils exécutent, sans se gêner

la proie de l'animal, en même temps qu'ils lui servaient probablement aussi comme de grappins, pour se tenir amarré au fond, ou à des corps étrangers. Lorsque les eaux étaient agitées, ces bras se renfermaient sans doute, et se tenaient couchés contre la colonne, dans une position à exposer à l'action de l'élément le moins possible de leur surface; et il est probable qu'ils se fléchissaient ainsi que la colonne et les bras, dans le sens du courant.

Estomac. — La cavité abdominale, ou estomac des pentacrinites, se voit rarement conservée à l'état fossile; elle se composait d'une poche en forme d'entonnoir, d'un volume considérable, formée d'une membrane contractile que recouvraient extérieurement plusieurs centaines de petites plaques calcaires anguleuses. Cet entonnoir se terminait à son sommet par une petite ouverture qui constituait la bouche, et qui était susceptible de s'allonger en une trompe pour saisir la nourriture. Cet organe est placé sur l'axe du corps, et entouré par les bras.

Corps, bras et doigts. — Le corps des pentacrinites, compris entre le sommet et la colonne et la base des bras, est petit, et composé du bassin et des articles costaux et scapulaires. Les bras et les doigts sont longs et étalés et présentent des appendices ou tentacules en grand nombre. Chacun des articles qui les composent est armé à son bord d'un petit tubercule ou crochet, dont la forme varie, et qui était destiné à agir comme organe de préhension. Ces bras et ces doigts, lorsqu'ils étaient épanouis, devaient former un filet d'une étendue bien supérieure au filet des encrinites (799).

Nous avons déjà vu que Parkinson a calculé que le nombre des osselets dans l'encrinite lys excède 26,000. Ce même nombre, dans les doigts et dans les tentacules de la pentacrinite briarée, doit s'élever au moins à 100,000; et si l'on y ajoute 50 autres mille pour les osselets des bras latéraux, nombre de beaucoup trop petit, le nombre total des osselets sera de plus de 150,000. Et comme chaque os était muni de deux faisceaux de fibres musculaires au moins, l'un pour l'extension, l'autre pour la contraction, nous arriverons à ce résultat que l'organisation d'une seule pentacrinite renfermait 150,000 pièces osseuses, et 300,000 faisceaux fibreux, remplissant les fonctions de muscles, et constituant un appareil musculaire destiné à régler les mouvements des pièces solides du squelette, ce qui surpasse en développement numérique tout ce que l'on connaît jusqu'ici dans la création tout entière (800).

Si nous observons avec quel soin, avec quelle exquise délicatesse a été construite l'organisation dans chacun des individus de cette espèce de pentacrinites, qui n'est elle-même qu'un membre isolé parmi les espèces nombreuses de la famille presque éteinte des crinoïdiens; si nous comprenons dans ce même coup d'œil tout l'ensemble des mécanismes anologues qui caractérisent les autres genres et les autres espèces de cette famille curieuse, nous nous sentirons pénétrés d'un étonnement sans bornes, en voyant que tant de soins minutieux ont été accordés au bien-être de ces créatures qui n'occupaient qu'une place si infime parmi les habitants des mers anciennes; et l'étude de ces degrés inférieurs de l'animalité ne nous convaincra pas moins irrésistiblement de la présence universelle et de l'action directe d'une puissance créatrice, que ne le fait la contemplation des combinaisons les plus élevées qu'il y ait dans les mécanismes animaux, et dont l'ensemble nous est offert dans le corps humain, ce chef-d'œuvre de la création animale.

PERES DE L'ÉGLISE PRIMITIVE, *adoptent l'hypothèse antéhexamérique.* — *Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN), *sub fin.* — *Leurs idées en cosmographie; critiqués sans discernement par M. Letronne; réfutation de ce dernier.* — *Voy.* COSMOGRAPHIE. — *Recommandent l'étude des lettres et des sciences.* — *Voy.* ibid., *sub fin.*

PERFECTION DE L'ENSEMBLE DES ORGANES DANS LES ANIMAUX FOSSILES, *examen de cette question.* — *Voy.* PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE.

PÉRIODES GÉOLOGIQUES VÉGÉTALES, LEURS CARACTÈRES. — Nous allons présenter le résumé de ce que nous savons à l'heure actuelle sur les conditions diverses de la flore des trois grandes périodes auxquelles on a coutume de rapporter la végétation fossile.

Les débris végétaux de ces périodes se distinguent surtout par les caractères qui suivent :

Dans la première, les cryptogames vasculaires prédominent, et les plantes dicotylédonées sont comparativement rares.

Dans la seconde, ces deux groupes se montrent dans une proportion à peu près égale (801).

mutuellement, et sans nuire à la flexion de la colonne elle-même.

Dans la pentacrinite tête de Méduse de l'époque actuelle, les bras latéraux sont disposés d'espace en espace le long de la colonne vertébrale.

(799) La place qu'occupent les pentacrinites, dans la famille des échinodermes, nous conduit à penser que nous trouverons à la surface des doigts de petits pores analogues à ceux beaucoup plus visibles des ambulacres des oursins. Guettard les avait vus sans doute, car il parle d'orifices percés sur les phalanges terminales des doigts et des tentacules.

Lamarck dit aussi, en décrivant les caractères généraux des encrinites : « Les branches de l'ombelle sont garnies de polypes ou de suçoirs disposés par rangées.

(800) Tiedeman, dans sa *monographie des holothuries*, des oursins et des astéries, fait voir que, dans l'étoile de mer, il existe plus de trois mille petits osselets.

(801) Les plantes dicotylédonées des formations de transition et des formations secondaires appartiennent exclusivement à la tribu de cette classe que forment les cycadées et les conifères, c'est-à-dire la tribu des phanérogames gymnospermes.

Dans la troisième, les dicotylédonées prédominent, et il y a rareté des cryptogames vasculaires.

Quant aux végétaux actuels, les deux tiers à peu près sont dicotylédonés.

On trouve des débris de plantes monocotylédonées dans toutes les périodes des formations géologiques, mais elles y sont rares.

Le nombre des plantes fossiles décrites jusqu'à ce jour est d'environ 500, dont près de 300 proviennent des couches de la série de transition, et presque exclusivement de la formation houillère; environ 100 appartiennent aux couches secondaires, et plus de 100 autres aux formations de la série tertiaire. Outre ces espèces, il en existe qui appartiennent à chacune de ces formations et qui n'ont pas encore été dénommées.

Comme les espèces connues de végétaux vivants sont au nombre de plus de 50,000, et que l'étude de la botanique fossile n'est pas encore sortie de l'enfance, il est probable que la terre recèle dans ses entrailles une quantité considérable d'espèces fossiles que les découvertes de chaque année rendront successivement à la lumière.

Les plantes de la première période sont pour la plupart des fougères et des équisétacées gigantesques, ou appartiennent à des familles intermédiaires par leurs caractères entre les formes actuelles des lycopodiacées et des conifères, comme les lépidodendron, les sigillaria et les stigmaria; à quoi il faut ajouter un petit nombre de conifères.

Les fougères forment un tiers environ des plantes de la seconde période, et les deux tiers qui restent se composent en grande partie de cycadées et de conifères, avec quelques liliacées.

On rencontre un plus grand nombre d'espèces de cycadées parmi les fossiles de cette période que l'on n'en a encore trouvé parmi les végétaux qui vivent actuellement à la surface du globe. Cette famille entre pour plus d'un tiers dans toute la flore fossile connue des formations secondaires, tandis qu'elle ne forme pas la deux millième partie de la végétation actuelle.

La végétation de la troisième période se rapproche beaucoup de celle de la surface actuelle du globe.

Parmi les familles actuelles, les algues, les fougères, les lycopodiacées, les équisétacées, les cycadées et les conifères sont celles qui ont les relations les plus intimes avec les formes végétales les plus anciennes qui aient existé sur notre planète.

La famille des conifères est celle qui est la plus universellement répandue dans les diverses phases successives de la végétation; elle s'accroît suivant le nombre et la diversité de ses genres et de ses espèces à chaque changement nouveau dans le climat et dans les conditions de la surface du globe. Cette famille comprend un trois centième environ du nombre total des végétaux actuels.

Une autre famille se montre également, mais en petite proportion, dans toute la série des formations, c'est celle des palmiers.

Les connexions que nous avons saisies entre ces systèmes éteints et le système actuel de végétation fournissent un ensemble imposant d'arguments, en même temps qu'elles ouvrent un vaste et nouveau champ de recherches soit aux physiologistes, soit à ceux qui se livrent à l'étude de la théologie physique.

Non-seulement nous retrouvons dans la flore fossile les caractères fondamentaux qui distinguent entre elles les plantes endogènes et les plantes exogènes, mais en outre, l'accord, qui existe jusque dans les moindres détails entre la structure des nombreuses familles qui la composent et de celles de l'époque où nous vivons, indique l'influence des mêmes lois régulatrices du développement des végétaux à ces deux époques si éloignées entre elles.

Il en est de même des organes de fructification; ce que l'on en a rencontré dans les plantes de toutes les formations nous montre qu'à toutes les époques la production des végétaux s'est effectuée d'après des lois constantes.

Les détails exquis d'organisation que découvre le microscope dans ce qui n'est, pour les yeux abandonnés à eux-mêmes, qu'une buche convertie en lignite ou un bloc de houille, ne démontrent pas seulement la corrélation parfaite qui existe entre les moyens et les fins pour lesquels ils ont été mis en œuvre, mais ils prouvent aussi la constance avec laquelle des moyens semblables ont été employés pour arriver à des fins correspondantes dans toute la série des créations diverses qui ont modifié les formes de la vie chez les végétaux. Ces combinaisons d'arrangements, qui varient avec les diverses conditions du globe, démontrent l'existence d'un architecte par l'existence d'un plan; et en voyant la connexion des parties et l'unité du but pour lequel elles ont été faites, dans ce tout si vaste, si complexe et en même temps si harmonieux, nous sommes conduits à conclure que c'est une intelligence unique et toujours la même qui a créé toutes ces dispositions et qui les a mises en jeu.

PERMIEN (ÉTAGE). — Quatrième étage de la formation paléozoïque; nom tiré de celui de la ville de Perm, en Russie, où se trouve le type russe.

Sous la forme de grès rouge, ou de grès des Vosges, d'après MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy, cet étage commence à se montrer en France au sud des Vosges, à Faymont, à Chènebie (Haute-Saône), et ensuite il formerait, de chaque côté des Vosges, une bande plus ou moins interrompue. Une autre large surface, également sous forme de grès des Vosges, commence dans la Moselle, à Longeville, etc.

En Angleterre cet étage est très-répandu. Il se montre à l'extrémité sud du comté de Glamorgan, suit une ligne presque régulière autour de l'étage carbonifèrien dans le Wor-

cester, par Bridgenorth, dans Shropshire, jusqu'au Denbigshire, dans le Lancashire, le Nottinghamshire, le Derbyshire, le Yorkshire, jusqu'au Durham ou le Cumberland, ayant ainsi, de chaque côté de l'étage carbonifèrien, une direction générale presque nord et sud. On en trouve encore au nord de l'Ecosse.

En Allemagne, dans le grand duché de Bade, l'étage, sous forme de grès des Vosges, se montrerait en lambeaux dans la forêt Noire, etc.

La plus grande surface connue de l'étage permien existe en Russie.

D'après les fossiles, M. de Koninck pense que l'étage occuperait encore une partie de la rade de Bell-Sound au Spitzberg, au 80e degré de latitude nord et une partie de la Tasmanie. On n'a pas encore reconnu l'étage dans l'Amérique septentrionale.

L'épaisseur de l'étage est très-variable ; mais voici quelques-uns des points où cette épaisseur est plus grande. On a trouvé que les grès des Vosges, près de Raon-l'Etape, avaient de 500 à 540 mètres de puissance, et que près de Heidelberg ils montraient 650 mètres. Dans le Hartz, les grès rouges ont offert jusqu'à 1,000 mètres, ce qui suffit pour prouver que l'étage a duré un laps de temps assez considérable.

Caractères paléontologiques. — Le peu de renseignements que nous avons sur cet étage nous donne pourtant la certitude, pour les animaux, comme M. Brongniart l'a reconnu pour les plantes, que l'ensemble zoologique annonce des relations bien plus intenses avec l'étage carbonifèrien qu'avec les dépôts triasiques. Les animaux et les plantes, par leurs caractères généraux, placeraient donc l'étage permien aussi bien comme intermédiaire à ces deux époques, que la superposition même. Ainsi, sous ce rapport, tout concorde : la géologie et la paléontologie. Voici, d'après les données actuelles, les caractères distinctifs de cet étage.

Pour séparer l'étage permien de l'étage carbonifèrien, indépendamment des 56 genres que nous voyons naître et disparaître dans l'étage carbonifèrien, nous avons encore 46 genres qui s'éteignent dans l'étage carbonifèrien, et qui, au moins jusqu'à présent, sont inconnus dans l'étage permien, ce qui donne un total de 102 genres, pour distinguer, comme caractères négatifs, l'étage permien de l'étage carbonifèrien. En supposant même que les nouvelles découvertes viennent en diminuer le nombre, ce qui est très-probable, il en restera toujours assez pour séparer ces deux étages.

Pour distinguer l'étage permien de l'étage conchylien, nous avons 40 genres inconnus à l'étage permien, et, ayant paru seulement dans l'étage conchylien, ces genres réunis aux 102 autres négatifs propres à distinguer l'étage carbonifèrien, nous donnent 142 genres pouvant offrir des caractères négatifs pour séparer l'étage permien des étages supérieurs et inférieurs qui l'accompagnent dans l'ordre chronologique.

Il naît avec l'étage permien les genres suivants qui, encore inconnus à l'étage carbonifèrien, peuvent servir de caractères positifs pour l'en distinguer. Parmi les reptiles, les genres *nothosaurus*, *proterosaurus*. Parmi les poissons, les genres *gyropristis*, *dictea*, *janassa*, *acrodus et strophodus*. Parmi les mollusques lamellibranches, les genres *panopæa*, *ostrea* et *myoconcha*. Parmi les mollusques bryozoaires, le genre kératophytes. Parmi les zoophytes, le genre *stenopora*. Ainsi, parmi le petit nombre de fossiles décrits jusqu'à présent, il nous reste encore 12 genres pouvant servir de caractères positifs, pour distinguer l'étage permien, où ils paraissent pour la première fois.

Pour séparer l'étage permien de l'étage conchylien, nous avons, comme caractères positifs du premier un ensemble de 13 genres, qui peuvent, aujourd'hui, nous donner des caractères distinctifs entre l'étage permien et l'étage conchylien.

Aux caractères paléontologiques tirés des genres nous pouvons ajouter des caractères plus certains encore, et surtout moins variables, donnés par les espèces. Indépendamment des animaux vertébrés et annelés, dont on connaît un bon nombre d'espèces et des plantes, nous connaissons en animaux mollusques et rayonnés seulement, 91 espèces. Ces 91 espèces seront donc pour nous autant d'espèces caractéristiques qui, suivant leur zône habituelle d'habitation, pourront servir à faire reconnaître l'étage permien. Parmi ces espèces, les plus répandues en Angleterre, en Allemagne et en Russie, au Spitzberg, et même en Tasmanie, sont les suivantes : *panopea lunula*, *mytilus hausmanni*, *avicula speluncaria*, *productus leplayi*, *cancrini horridus*, *lewisianus*, *geinitzianus*, *rhynchonella schlotheimii*, *cyrthia cristata*, *spirigera pectinifera*. Ainsi, par ces espèces, nous avons la certitude que les dépôts d'Angleterre, d'Allemagne, de Russie, jusqu'à la mer Glaciale et même jusqu'au Spitzberg, étaient contemporains et faisaient partie des mêmes mers. Il ressort encore de cette répartition, qu'une température presque égale existait depuis l'Angleterre jusqu'au Spitzberg, c'est-à-dire jusqu'au 80e degré de latitude nord, aujourd'hui séjour des frimas éternels et des glaces. Lorsque l'étage carbonifèrien a terminé sa période, sans doute par suite des grandes perturbations géologiques que nous avons signalées (*Voy.* CARBONIFÉRIEN), l'élégante flore et la nombreuse faune de l'étage carbonifèrien ont cessé d'exister. Alors, pendant que ces légères fougères arborescentes, que ces végétaux si variés étaient ensevelis pour toujours dans les couches terrestres, nous voyons s'éteindre 102 genres ; en même temps que 1,047 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les nombreux animaux vertébrés et annelés qui concouraient à former la faune de l'étage carbonifèrien. Après cette catastrophe, qui atteignait à la fois toute la nature, il est probable que le calme s'est peu

à peu rétabli : les mers sont entrées dans leur nouveau lit, les continents ne sont plus envahis par les eaux, et notre planète, à la suite d'un laps de temps considérable, se repeuple de végétaux et d'animaux. Quelques plantes sont arrivées jusqu'à nous ; et avec elles, 12 genres d'animaux inconnus dans l'étage carbonifèrien, ainsi que 91 espèces toutes distinctes des espèces de l'étage précédent ; débris qui témoignent encore de l'existence de cette faune spéciale. Cet état de chose a, sans doute, duré longtemps, à en juger par la puissance de mille mètres de couches déposés sur quelques points. Pendant cette période, il y avait des mers et des continents.

Les mers permiennes, soumises à toutes les causes physiques qui existent aujourd'hui, offraient des animaux voisins, comme ensemble de caractères, des autres étages paléozoïques précédents. Ils offrent, par exemple, les mêmes genres que ceux de l'étage carbonifèrien, mais encore des genres et surtout des espèces bien distinctes. Cette faune se composait de deux genres de reptiles, sans doute riverains et marins ; de cinq genres nouveaux de poissons placoïdes et ganoïdes seulement, de crustacés, de mollusques de toutes les classes, parmi lesquels trois genres nouveaux. Les huîtres (*ostrea*), par exemple, commencent à se montrer avec quelques zoophytes inaperçus jusqu'alors. On connaît encore de ces mers les plantes marines suivantes de Thuringe, citées par M. Brongniart :

ALGUES.

Caulerpites selaginoïdes,	Sternb.
Caulerpites pectinatus,	Sternb.
Caulerpites sphæricus,	Sternb.
Zonabites digitatus,	Sternb.
Chondrites virgatus,	Münster.

Les continents, qui devaient être peuplés d'animaux aussi variés que ceux de l'étage carbonifèrien, ne nous ont laissé d'autres traits d'animation que des plantes. M. Brongniart les regarde comme intermédiaires entre les formes carbonifèriennes et les formes végétales des terrains triasiques, ou même comme le complément de la première flore, observation tout à fait en rapport avec ce que nous avons dit de la zoologie marine. (*Voy.* SILURIEN.) M. Brongniart pense qu'on pourrait peut-être identifier quelques *sphenopteris* et *pecopteris* de Mansfeld (Thuringe) et de Lodève, ce qui établirait encore des rapports plus intimes que l'ensemble des genres entre l'âge de ces deux localités.

La faune marine identique qu'on trouve des deux côtés du monde, et jusqu'au 80e degré de latitude, nous donne la certitude, comme pour les étages précédents, que la chaleur centrale de la terre neutralisait totalement, durant l'étage permien, l'influence des lignes isothermes.

Les oscillations du sol existaient probablement pendant l'étage permien, qui, du reste, paraît aussi avoir été soumis à toutes les causes physiques que nous voyons présider aujourd'hui aux phénomènes de la nature.

Cette époque se serait terminée, comme toutes les autres, par une perturbation géologique dont nous trouvons encore des traces dans la discordance de stratification, dans la surélévation de cette surface immense de l'étage permien en Russie, etc.

PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES. — Nous allons aborder un sujet du plus haut intérêt, mais d'une grande difficulté dans la science qui nous occupe. A la partie de pure observation vient naturellement se joindre ici celle des théories par lesquelles on essaye d'expliquer les phénomènes. Le lecteur sera juge de la valeur des théories présentées à cet égard et des considérations élevées que renfermera cet article, qui sera une analyse du travail, sur cette matière, d'un des plus éminents paléontologistes de notre époque, M. Alc. d'Orbigny.

Si les causes naturelles actuelles avaient seules agi sur la formation de la croûte terrestre, on trouverait une succession non interrompue de couches parallèles, se suivant des parties les plus anciennes jusqu'aux plus modernes et contenant des espèces animales identiques, reproduites des premiers temps de l'animalisation jusqu'à nos jours. La circonscription des mers et des continents serait toujours restée la même, en supposant que ces premiers grands traits de la nature eussent pu exister sous ces seules influences ; mais la plus légère inspection prouve, au contraire, que de nombreux changements ont eu lieu à la surface de la terre à différentes époques. Des chaînes de montagnes se sont élevées les unes après les autres ; les mers ont changé plusieurs fois de lit ; des couches consolidées se sont disloquées de diverses manières, et l'ensemble des êtres s'est renouvelé plusieurs fois, de telle sorte que les premiers ne ressemblent en rien à ceux de l'époque moyenne, et que les derniers parus sur le globe diffèrent complétement des uns et des autres. La nature actuelle ne peut expliquer tous ces grands faits, tous ces changements successifs, et il devient indispensable de recourir à des agents plus puissants, à des causes plus actives, que la géologie seule peut nous fournir, et que nous révèle l'étude des catastrophes successives que notre planète a subies.

§ I. — *Causes des perturbations géologiques.*

Pour arriver à décrire les effets de ces grandes révolutions géologiques, il convient d'abord d'en chercher les causes. M. Elie de Beaumont, à qui les sciences sont redevables de si précieux travaux, a conçu l'ingénieuse pensée que toutes les dislocations du globe provenaient du retrait des matières produit par le refroidissement du globe terrestre, et il attribue, avec juste raison, la fin de chaque époque géologique à des perturbations de ce genre.

« Cherchons, en effet, l'influence possible du refroidissement sur un corps sphérique

Une balle de plomb, par exemple, coupée en deux, montre toujours un vide au centre. Ce vide intérieur est certainement la conséquence du retrait. Il est le résultat du refroidissement qui s'est opéré graduellement de l'extérieur à l'intérieur, et qui a placé les molécules de plomb les unes sur les autres, au fur et à mesure qu'elles cessaient d'être en fusion, jusqu'à laisser vide au centre la surface produite par la différence de volume du métal fondu à son état parfait de consolidation. En appliquant cette expérience très-simple au globe terrestre, nous verrons aussi que le refroidissement peut amener des perturbations d'une puissance incalculable

La terre forme, non une sphère régulière, mais un sphéroïde isolé de toutes parts dans l'espace. Les mesures directes des méridiens terrestres ont eu pour résultat de constater que la terre est sensiblement aplatie vers les pôles. Cette forme, cette plus grande convexité de la zone équatoriale, placée dans le sens de l'axe de rotation du globe terrestre, est très-importante à constater; car elle annonce qu'ainsi que la balle de plomb la terre n'a pas toujours été solide, et que cette disposition a été produite par l'action combinée de la rotation et de la force centrifuge, lorsque les matières qui la composent étaient à l'état pâteux, ou mieux en fusion par suite de la chaleur.

Tout paraît donc prouver que la terre était d'abord en incandescence. Pour arriver de ce premier état pâteux à la consolidation que nous lui connaissons aujourd'hui, il a fallu nécessairement qu'elle subît l'effet du rayonnement vers l'espace céleste et qu'elle se refroidît extérieurement, comme nous l'avons vu pour la balle de plomb; mais ici, vu la différence de volume et la concentration du foyer de chaleur dans l'intérieur du globe terrestre, la comparaison avec la balle de plomb ne montre plus des résultats identiques, et le vide, au lieu d'être au centre, reste entre la partie extérieure consolidée et la masse intérieure incandescente et toujours à l'état pâteux. En effet, le refroidissement par la surface extérieure, à la suite de ruptures sans nombre, a dû, après un laps de temps considérable, former une espèce de croûte consolidée. Dès l'instant que cette croûte compacte s'est trouvée assez épaisse pour former une partie résistante, le retrait des matières, déterminé par leur différence de volume à l'état de fusion ou à l'état pâteux, a dû laisser des vides entre la pellicule extérieure durcie et la masse centrale. Cette croûte extérieure dure, n'étant plus soutenue dans toutes ses parties par la pâte intérieure, s'est affaissée sur elle-même en se disloquant de toutes les manières, et a produit les reliefs et les cavités de la surface de notre globe, qui, bien qu'ils aient peu de saillie relativement au diamètre de la terre, n'en sont pas moins d'une haute importance dans les grands faits géologiques. Ce sont des révolutions de cette nature, se succédant à diverses reprises depuis la première consolidation terrestre jusqu'à présent, qui, de plus en plus considérables, puisque la croûte terrestre devenait de plus en plus épaisse, ont sillonné successivement la terre de ses chaînes de montagnes et de ses larges dépressions.

Si la terre n'avait à sa surface extérieure ni atmosphère, ni eau, les dislocations dont nous venons de parler n'auraient eu qu'une conséquence purement locale, en changeant seulement la surface du sol sur le lieu des dislocations et en lui faisant prendre successivement des formes diverses; mais, comme il est, au contraire, recouvert d'une masse considérable d'eau, leurs effets ont été généraux, et ont, à chaque époque, causé des perturbations extérieures sur tous les points du globe à la fois, lors même que ceux-ci subissaient seulement des dislocations partielles. Voici de quelle manière nous nous expliquons ces faits.

Supposons un instant que la terre soit, sur quelques parties de son périmètre, refroidie de manière à montrer, en *a*, la matière incandescente du centre du globe terrestre, en *b*, la croûte extérieure consolidée supportant en *c* les eaux des mers également réparties à sa surface, et en *d* le vide compris entre la partie refroidie et la partie à l'état de pâte subissant aussi un retrait par le refroidissement. Lorsque cette croûte consolidée s'affaissera dans le vide, qu'en résultera-t-il? Alors les couches solides se disloqueront en se divisant plus ou moins. Des fragments, subissant l'effet de bascule, s'abîmeront d'un côté dans les mers, tandis que, de l'autre, ils se soulèveront et viendront surgir en dehors des eaux et former des chaînes de montagnes en pente douce d'un côté et abruptes de l'autre, comme les Pyrénées et les Andes. D'autres fois, les deux parois de la rupture se soulèveront, et les matières incandescentes, pressées par les parties latérales affaissées, viendront sortir par l'ouverture béante qui la sépare. Enfin quelques surfaces, intermédiaires entre ces axes de soulèvement, se plisseront ou s'affaisseront en grande masse et resteront sur les parties incandescentes centrales dans une position presque horizontale.

Voici ce qui arrive pour les parties solides de la croûte terrestre, comme on peut s'en assurer en parcourant les Pyrénées, les Alpes, les Andes. Mais, que deviennent les eaux pendant cette rupture, pendant cette dislocation de toutes les parties solides qui les supportaient? Mises en mouvement par suite du déplacement subit des matières, mues avec violence, les eaux ont dû envahir les continents et tout ravager à leur surface, tandis qu'elles apportaient des sédiments considérables vers les nouveaux bassins des mers que venaient de tracer ces dislocations.

Pour nous familiariser avec ces phénomènes destructeurs dont les gigantesques effets effrayent au premier abord notre esprit, et dont nous trouvons à chaque pas des preuves non équivoques dans la nature géologique, voyons ce que peut produire le déplacement des matières dans les eaux. Tout le

monde a remarqué qu'une pierre jetée dans un lac tranquille y forme, à la surface des eaux, des ondulations qui couvrent une étendue considérable, de plus de 100,000 fois son diamètre; ce qui est le moindre déplacement que nous puissions choisir. Car, si nous parcourons en bateau à vapeur le cours de la Seine, de la Gironde, du Rhône, de la Tamise ou du Rhin, nous voyons se produire partout sur notre passage des lames de projection qui s'élèvent à une assez grande hauteur et durent longtemps après le passage du corps étranger qui les a produites. Lorsqu'on voit, par exemple, que la seule impulsion du vent, à la surface des mers, cause ces affreuses tempêtes dont les lames renversent les constructions les plus solides, on sera forcé de convenir que, sans sortir des causes naturelles, on aura déjà une légère idée de ce que peut produire la force des eaux mises en mouvement; mais, lorsque nous recourrons aux causes géologiques, ces effets changeront encore de proportion.

M. Vincendon-Dumoulin nous a assuré que le tremblement de terre éprouvé au Chili en 1838, bien qu'il n'eût modifié qu'à peine la surface du sol, s'était fait sentir à 75 degrés, ou à l'énorme distance de 6,000 kilomètres, jusqu'aux îles de l'Océanie. D'un autre côté, sur les côtes du Pérou, les grands tremblements de terre ont ravagé toutes les villes du littoral. A l'instant même des secousses, la mer, balancée avec force, envahit la côte, entraînant avec elle une immense quantité de sable et de galets sur les marais du Rimac, près de Lima. Alors les eaux, poussées alternativement avec une extrême violence, transportent de gros navires à près de quatre kilomètres dans l'intérieur des terres.

Lorsqu'on voit que de semblables mouvements ont eu lieu dans les eaux, sans que le sol ait subi d'autres changements que des exhaussements partiels de quelques mètres, on peut se demander ce qui devait arriver lorsque les Alpes, les Pyrénées, ont pris leurs reliefs actuels, ou bien lorsque la chaîne des Andes a formé une dislocation uniforme de 50 degrés ou de 4,000 kilomètres de longueur; car nous ne pouvons juger que l'extension de la partie qui a surgi au-dessus des mers, sans pouvoir apprécier l'étendue des parties, bien plus considérables encore, qui se sont affaissées dans les eaux.

Si nous avons vu la petite pierre de quelques centimètres jetée dans un lac tranquille produire, à la surface des eaux, des ondulations proportionnées à son volume, mais dont on peut suivre les effets à une distance évaluée à plus de cent mille fois son diamètres, on se figure ce qu'il adviendra quand des dislocations comme celle de la chaîne des Andes occuperont en longueur 50 degrés d'extension, ou la septième partie de la circonférence du globe terrestre; la terre tout entière, malgré son grand volume mesuré sur notre taille, n'ayant que 360 degrés de périmètre. Il ne sera plus permis alors de douter des conséquences universelles d'une révolution semblable, et même de beaucoup d'autres d'une moins grande extension, et l'on pourra se faire une juste idée des ravages extraordinaires que ces épouvantables déluges ont dû occasionner à la surface de la terre, surtout à l'instant où tous les niveaux terrestres et marins étaient changés par suite des dislocations qui en sont la cause, et où des masses considérables de sédiments encore à l'état meuble pouvaient être transportées par le mouvement des eaux. On ne trouvera plus extraordinaire que toute la faune terrestre soit détruite à la fois par l'action immédiate des eaux, tandis que la faune marine l'est en même temps par le transport des molécules terrestres et par la prolongation du mouvement des eaux.

M. Elie de Beaumont a reconnu, avec sa sagacité ordinaire, que les mouvements de dislocation terrestre n'ont pas été partiels, mais qu'ils se sont manifestés sur de grandes lignes affectant une direction donnée, comme on peut le voir dans la chaîne des Pyrénées, dans certaines parties des Alpes, et, sur une plus grande échelle, dans les Andes et dans l'Himalaya. En effet, lors même que les points culminants ne sont pas très-étendus, on reconnaît que les ruptures voisines ont souvent eu lieu dans un même sens, parallèle à ces points culminants. Il résulterait de cette ingénieuse conclusion, en rapport avec les faits, que chaque dislocation terrestre aurait eu beaucoup d'extension. Si, pour à présent, nous n'en voyons que les effets, nous aurons au moins la preuve que chacune des révolutions auxquelles on doit le soulèvement d'un système de montagnes a dû produire une perturbation générale sur les sédiments et les animaux qui se déposaient, et sur les couches de l'écorce terrestre déjà consolidées.

§ II. — *Effets des perturbations géologiques sur les couches sédimentaires en état de formation, et sur les faunes terrestres et marines qu'elles renferment.*

Prenons la terre dans un de ces longs intervalles de repos qui se sont succédé, à plusieurs reprises, depuis la première animalisation du globe. Laissons-la subissant encore lentement les effets de toutes les circonstances naturelles passives, décrites à l'article COUCHES SÉDIMENTAIRES, et qui aujourd'hui sont en pleine activité sur nos continents, dans nos mers. Voyons ce qu'une dislocation comme celle des Pyrénées ou des Andes pourra produire sur l'ensemble de la nature.

Nous avons dit que, mises en mouvement par suite du déplacement des matières, et poussées avec violence sur les continents, les eaux ont dû les couvrir entièrement, et détruire à la fois tous les animaux terrestres. C'est, en effet, ce que les études de M. d'Orbigny sur l'Amérique lui ont permis de croire, en observant, à côté de l'immense chaîne des Andes, cet ossuaire non moins considérable des pampas de Buenos-Ayres, formé seulement sur une surface d'environ *quatre-vingt-quinze mille kilomètres carrés de*

superficie, de limon rougeâtre enveloppant des squelettes entiers et des os séparés de mammifères. On conçoit que ces proportions gigantesques des dépôts à ossements de mammifères excluent toute idée d'un charriage dû à la seule action des affluents terrestres, qui, comme on l'a vu (*Voy.* Couches sédimentaires), ne transportent que rarement des animaux, et ne pourraient, en aucune manière, produire des résultats semblables.

Nous croyons donc pouvoir attribuer aux seules perturbations géologiques l'anéantissement complet des races d'animaux terrestres qui couvraient le globe aux dernières époques antérieures à la nôtre, et leur dépôt dans les limons rougeâtres, à tous les niveaux terrestres, depuis le bord de la mer jusqu'à 4,000 mètres au-dessus, sur les plateaux des Andes, où on les retrouve. C'est ainsi que se sont formés les grands dépôts à ossements des pampas, et ceux des plateaux des Andes, et probablement ceux de Sansan, dans le département du Gers. C'est encore à des mouvements semblables que nous croyons devoir attribuer le dépôt des ossements de mammifères dans les cavernes.

La manière dont ces ossements y sont déposés par lits, peut prouver, comme M. Constant Prévost l'a également pensé, qu'ils y ont été portés par les eaux, qui les ont presque partout enveloppés du même limon rougeâtre, et disposés en couches horizontales. En effet, on doit supposer que, lorsqu'ils n'étaient pas enlevés par les eaux et transportés au loin, les mammifères pouvaient être jetés dans les fissures produites par les dislocations récentes ou anciennes du sol, ou dans les cavités de même nature créées par la nouvelle dislocation, auxquelles on a donné le nom de *cavernes à ossements*. La présence des mêmes espèces dans le limon rouge des cavernes du Brésil, si bien explorées par MM. Lund et Clauzen, et dans le limon de même couleur des pampas, démontre que la même catastrophe les a portées où elles se trouvent aujourd'hui.

Tant que les cavernes n'ont pas été comblées, et qu'elles ont donné accès aux eaux, elles ont pu recevoir des animaux et des sédiments. Il en résulte que les dépôts d'une même caverne peuvent appartenir à des âges géologiques très-différents, et être, par exemple, composés de couches distinctes, contenant des animaux de faunes successives. C'est, en effet, ce que M. Lund a déjà observé dans les cavernes du Brésil, et ce qu'on a également reconnu sur quelques autres points de l'Europe, où les cavernes ont été étudiées avec plus de soin, comme les poches à ossements de Montmorency, bien observées par MM. Constant Prévost et Desnoyers; la caverne d'Ash-Hole, étudiée par M. Lyte, etc., etc.

En résumé, à chaque grande dislocation du globe, les animaux terrestres ont été détruits, à la surface de la terre, par l'envahissement subit des eaux de la mer, qui ont noyé et entraîné les mammifères et les reptiles, plus propres au sol, tandis que les animaux fluviatiles et lacustres étaient anéantis par la seule apparition de l'eau salée, qui asphyxie immédiatement les êtres organisés pour vivre seulement dans les eaux douces. Nous avons été témoin, dit M. d'Orbigny, dans le golfe de Luçon (Vendée et Charente Inférieure), d'un fait qui, indépendamment de nos expériences partielles, prouve ce que nous venons d'avancer. Pour nettoyer les grands canaux d'écoulement, il est d'usage de couper périodiquement les plantes aquatiques et de lâcher ensuite les écluses à marée basse, afin que le courant entraîne le tout vers la mer. Nous nous trouvions sur le bord du canal, au point où le courant d'eau douce fut atteint par le flux de la marée montante. A l'instant où les poissons d'eau douce, comme les brochets, les perches et les tanches, entraînés avec les plantes, touchaient l'eau salée, ils s'agitaient beaucoup, sautaient hors de l'eau, ou s'élançaient à terre avec violence, pour se soustraire à l'élément envahisseur, qui pour eux était un poison subit, et ils mouraient asphyxiés après quelques minutes de cette extrême agitation.

Si l'exhaussement des grands systèmes de montagnes a pu produire l'anéantissement subit des faunes terrestres, nous allons chercher ce qui a dû avoir lieu sur les sédiments marins meubles et sur les faunes marines. Par la nature même de ces révolutions géologiques, nous pouvons juger qu'il s'est opéré partout des changements de niveaux. Des terres, depuis longtemps émergées, ont été englouties sous les eaux; tandis qu'au contraire certains points du fond des Océans ont surgi à sa surface, et viennent former de nouveaux continents. On peut se faire une idée du chaos qui devait exister, lorsque les eaux balayaient, d'un côté, les anciennes terres, en enlevant les particules terrestres, et battaient en brèche, de l'autre, les nouvelles couches soulevées, qui, souvent formées à leur surface de sédiments non encore consolidés, se délayaient dans les eaux et formaient comme une espèce de boue. Supposons encore, pour compléter le tableau, que ces eaux recevaient de plus l'action immédiate des gaz, des acides sulfureux et autres, que pouvaient y amener du foyer incandescent les nouvelles fissures de l'écorce terrestre, on doit donc croire qu'une masse considérable de sédiments s'est trouvée en mouvement avec les eaux, et que cette masse, même au milieu de cette instabilité des choses, a dû commencer, par les lois de l'équilibre, à niveler les nouvelles inégalités de la surface terrestre. Les gros cailloux ont sans doute été les premiers en place; et, à mesure que la tranquillité renaissait, les autres sédiments, comprenant des restes d'animaux terrestres et marins, sont venus former le fond des nouvelles mers.

Quant aux animaux marins, qu'ont-ils pu devenir dans cette catastrophe? Supposons-les un instant sur le même lieu de la dislocation. Pour les animaux côtiers, nous avons

vu (*Voy.* Couches sédimentaires) qu'ils ont presque tous des zones d'habitation propres qu'ils ne franchissent pas; qu'ils sont spéciaux, dans ces zones de profondeur, à des natures distinctes de sol; que les uns ne vivent que dans le sable, les autres sur les rochers ou dans la boue. On conçoit que tous les niveaux étant changés, ceux de ces animaux qui sont fixes se trouveront, sur les parties disloquées, poussés au sommet d'une nouvelle montagne, dans les vallées que celle-ci vient de creuser, ou placés au fond des nouveaux océans. Enfin, sur les points qui ont souffert de grandes perturbations, les animaux côtiers fixes seront placés à tous les niveaux, et, dès lors, très-rarement dans la zone propre à leur existence. Pour les animaux côtiers libres, transportés subitement avec tous les sédiments alors en mouvement, ils iront à des profondeurs diverses, dans les grandes cavités, niveler le fond de ces nouvelles mers, et se trouveront presque toujours à des niveaux où ils ne peuvent vivre, dussent-ils résister à l'action prolongée du mouvement des eaux. Les points des continents qui n'ont pas été immédiatement disloqués ont au moins dû subir l'action du changement de niveaux dans les eaux qu'apportent les nouvelles dislocations. Alors les animaux côtiers seront émergés, placés au-dessus des eaux, ou se trouveront bien au-dessous de leur zone d'habitation. D'ailleurs, en supposant même qu'ils puissent résister à l'action du mouvement, rarement se trouveront-ils, par suite du transport des sédiments et des changements de niveaux, dans des conditions favorables de vitalité. En voyant une simple tempête suffire pour enlever les animaux marins des côtes (*Voy.* Couches sédimentaires), et en détruire un grand nombre, soit en remplissant de sable, de sédiments, leurs branchies et leurs coquilles, soit en les blessant par le choc, nous sommes portés à croire qu'après des mouvements semblables il ne pouvait pas rester d'animaux côtiers vivants, et que tous, comme les animaux terrestres, devaient être anéantis. C'est en effet le résultat que nous donne, sur tous les points du globe, l'étude comparative des étages géologiques et des faunes qu'ils renferment.

Les animaux pélagiens, libres dans les océans, comme les poissons, les céphalopodes, n'ont pas eu plus de chances d'existence que les animaux terrestres et côtiers; car, plus sensibles que les autres au mélange de l'eau, il suffit, pour les étouffer, qu'une quantité très-minime de sédiments terreux y soit répandue. Nous avons fait, dit M. d'Orbigny, des expériences sur des sèches, sur des calmars, ainsi que sur des poissons, et nous avons toujours vu ces animaux périr après quelques instants. Les céphalopodes mêmes, laissés dans la teinture noire qu'ils jettent ordinairement derrière eux en s'enfuyant, meurent asphyxiés. Nous devons donc croire que, mélangées de sédiments, et peut-être encore de liquides sulfureux sortis des fissures terrestres, et mises en mouvement par suite des dislocations, les eaux ont dû certainement, à la fin de chaque grande période géologique, anéantir les animaux pélagiens.

Ajoutons que les animaux terrestres et marins d'une faune géologique ont dû être anéantis à la fois, et que tous les restes qui se trouvaient dans les couches meubles de la surface des continents et des mers ont pu, dans ces instants de perturbation, être mélangés et portés sur des points différents de ceux où ils ont vécu. On pourrait aussi se rendre compte de ces étages entiers qui manquent sur un point, tandis qu'on les voit en lambeaux sur d'autres, plus ou moins éloignés, et de ces mélanges singuliers, mais rares, de restes d'animaux terrestres et marins. Comme le mouvement exerçait simultanément sur beaucoup de points de l'étage qui venait d'être interrompu, on doit lui attribuer ces mélanges moins importants de coquilles et d'animaux qui ont vécu sur des lieux voisins, mais de nature différente, comme ceux des rochers, des plages vaseuses et des plages de sédiments plus fins, et même les mélanges de coquilles terrestres et marines qui ne pouvaient vivre ensemble.

La question de savoir si ces mouvements des eaux ont été prolongés, et si, entre la fin de chaque époque géologique, à l'instant où de nouveaux êtres ont été créés, dans l'étage suivant, il s'est écoulé un laps de temps considérable, nous paraît résolue assez affirmativement par beaucoup de faits. Si le mouvement avait été instantané et si une nouvelle faune était venue immédiatement remplacer l'ancienne, un grand nombre des restes de cette ancienne faune pourraient se trouver mêlés aux êtres de la nouvelle; mais l'observation directe prouvant généralement le contraire, puisque les mélanges sont des exceptions très-rares, on en doit conclure, que le mouvement a été assez prolongé, et l'espace de temps assez éloigné pour détruire, par l'usure ou autrement, les restes organisés qui, après une grande révolution géologique, se trouvaient à la surface.

Nombre d'autres faits géologiques viennent le prouver également: les cailloux formant poudingues et ne contenant aucuns fossiles, de la base de l'étage falunien de Carry (Bouches-du-Rhône); ceux de la base de l'étage parisien, situé entre Barrême et Gévaudan (Basses-Alpes), les cailloux quartzeux de la base de l'étage toarcien ou du lias supérieur de Thouars (Deux-Sèvres), ainsi que toute la surface de sédiments qu'on rencontre souvent sans fossiles à la base d'un étage. Il en est de même des dénudations profondes exercées par les eaux, entre les dernières couches d'un étage et les premières du suivant et même de l'enlèvement complet, sur quelques points de l'étage entier. A ces preuves ajoutons l'usure, ou le polissage de l'étage inférieur, avant que celui qui lui succède immédiatement ait déposé des restes de corps organisés. Nous citerons, entre autres, deux exemples de ce genre,

l'un à Lion (Calvados), où, sur le bord de la mer, on voit que les dernières couches de l'étage bathonien, composées d'un calcaire arénacé blanc, ont été usées et polies par les eaux, avant que les premières couches de l'étage callovien, composées d'argile bleu, se soient déposées; l'autre, très-remarquable, près d'Entragues (Basses-Alpes). On reconnaît que les couches de l'étage toarcien ont été usées, corrodées par les eaux, en même temps que les fossiles qu'elles contenaient, comme l'*ammonites bifrons*, avant le dépôt des couches de l'étage bajocien, alors de calcaire marneux noir, et ce phénomène se manifeste sur une grande surface de terrain. Nous pourrions encore citer beaucoup d'autres faits.

En résumé, chaque fois qu'un système de montagnes a surgi au-dessus des océans, la faune existante a été anéantie par le mouvement prolongé des eaux, sur les points disloqués, et même sur ceux qui ne le sont pas; et une nouvelle période d'existence ne s'est manifestée que longtemps après le repos de la nature. La séparation par faunes distinctes successives qu'on trouve dans chaque terrain, dans chaque étage géologique, ne serait donc que la conséquence visible des soulèvements et des affaissements de diverses valeurs qu'a dû subir dans toutes ses parties la croûte consolidée de l'écorce terrestre.

§ III. — *Effets des perturbations géologiques sur les couches sédimentaires consolidées et sur les restes organisés qu'elles renferment à l'état fossile.*

Nous avons eu, jusqu'à présent, à signaler dans cet article, les grandes causes géologiques, auxquelles on doit attribuer les résultats généraux connus. Il nous reste à retracer une série nombreuse de faits non moins importants, mais dont tous les détails peuvent, pour ainsi dire, se toucher au doigt, ou du moins se vérifier à chaque pas dans l'étude de la nature. Par le relief que forment maintenant les Alpes, les Pyrénées, par les inclinaisons diverses que présentent les parties disloquées de leurs deux versants, ces montagnes nous prouvent que des roches sédimentaires, jadis disposées horizontalement par les eaux, sont aujourd'hui dans toutes les positions; les unes verticales, ou plus ou moins inclinées, et quelques autres dans une position qui approche de l'horizontalité. Une dislocation a donc pour effet de changer presque tous les niveaux des couches consolidées, des eaux des nouvelles mers, et d'amener de grands lavages à la surface des continents.

Le changement de niveau, d'horizontalité, dans les couches consolidées, déterminé par une dislocation géologique, amène les cas tout différents que nous avons déjà signalés. Des couches restent presque horizontales, comme on le voit souvent en étudiant les falaises maritimes qui bordent les pays de plaines. On en trouve des exemples dans les étages corallien, kimméridgien, turonien et sénonien de la Charente-Inférieure, dans les mêmes étages du Calvados, et dans les grandes falaises crétacées de Normandie, depuis le Havre jusqu'à Abbeville, où pour s'apercevoir que ces couches plongent d'un côté ou de l'autre, il faut parcourir une grande surface. Elles sont, pour ainsi dire, déposées comme elles l'étaient au sein des anciennes mers.

Dans les montagnes, les couches jadis horizontales sont plus ou moins *inclinées* ou *plongent* au nord, au sud, à l'est ou à l'ouest, ainsi qu'on peut le voir en parcourant les Alpes et les Pyrénées.

En d'autres circonstances plus rares, les couches, par suite d'un effet de bascule, sont *redressées verticalement*. On les voit, en cet état, dans les montagnes aussi bien que dans les plaines. Les couches de l'étage sinémurien, sur lesquelles est bâti le bourg de Gévaudan (Basses-Alpes), et les couches qu'on remarque sur la rive opposée du torrent, sont tout à fait verticales. Il en est de même des couches tertiaires qu'on remarque sur la rive droite du torrent, entre Gévaudan et Barrême (Basses-Alpes). Celles-ci, composées d'alternances de lits, de gros galets formés avec des débris néocomiens, de graviers et d'argiles, sont maintenant tout à fait verticales. Les schistes ardoisiers de l'étage silurien inférieur d'Angers sont également verticaux. Lorsqu'on étudie les fossiles contenus dans ces étages, et la manière dont les coquilles et les galets y sont déposés, on reconnaît qu'ils ont été enveloppés, les couches étant horizontales, et que ces couches ont été redressées postérieurement à leur parfaite consolidation.

On a quelquefois parlé de *renversements de couches*, c'est-à-dire, que les parties de ces couches qui étaient dessus, se trouveraient dessous, par suite du redressement et du renversement. Bien que ces renversements paraissent extrêmement rares, il est facile de nous les expliquer; car il est certain que, pour imprimer à une couche un mouvement de bascule qui la relève de 45 degrés à l'horizon, il faut une force plus énergique que celle qui deviendra nécessaire pour la retourner tout à fait, et mettre en dessus ce qui était en dessous.

Lorsque les dislocations ont eu lieu sur des couches encore en un état imparfait de consolidation, il s'est formé des glissements de molécules dans toutes leurs parties composantes.

Quelquefois ces effets de glissements ne sont sensibles dans les couches que par la déformation de tous les fossiles qu'elles renferment, comme nous le voyons dans les couches oxfordiennes de Crué, près de Saint-Mihiel (Meuse), dans les couches cénomaniennes de la Malle (Var), dans les étages callovien et néocomien, de Chaudon et de Barrême (Basses-Alpes).

Le plus souvent ces couches ont subi des *plissements* en divers sens. Elles se sont reployées sur elles-mêmes, comme les cou-

ches des étages corallien et néocomien comprises entre le Cheiron et Castillon près de Castellane (Basses-Alpes), qui montrent, d'un côté, le *redressement* des couches coralliennes et de l'autre le *reploiement* des couches néocomiennes.

On voit, sur quelques points, des couches formées, dans le principe, de lits horizontaux, parallèles, représenter, par suite de pressions d'inégales valeurs, ou de plissement, le *reploiement* d'une partie sur l'autre, comme dans l'étage néocomien, des deux côtés du torrent du pont d'Hyèges, entre Mouries et Gévaudan (Basses-Alpes). D'autres *ondulations de couches* sont inclinées, comme dans l'étage néocomien de Saint-André-de-Meouilles, et dans les couches coralliennes de Chaudon (Basses-Alpes). Lorsque les ondulations des couches sont sur un plan horizontal, comme dans le lias inférieur de Dignes (Basses-Alpes), sur la route de Chaudon, ou dans l'étage kimméridgien de l'île d'Oléron, entre Saint-Denis et la tour de Chassiron, et sur une foule d'autres points, dans les schistes siluriens des départements d'Ile-et-Vilaine, de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire, en France, et dans les couches de l'étage carbonifère de Belgique, on pourrait croire qu'elles proviennent d'une pression latérale déterminée par deux axes de soulèvement, ou de la différence de pression due à la nature du sol sous-jacent, qui a cédé plus sur un point que sur un autre, en obligeant les couches à se reployer inégalement, pour en suivre les inégalités. Quoi qu'il en soit, il n'entre pas dans notre cadre de discuter ces causes. Nous n'avons besoin, quant à présent, que du fait qui peut amener des déformations sans nombre dans les fossiles qui y sont contenus, ou détruire le parallélisme des couches et alors induire en erreur sur l'âge des terrains.

On a donné le nom de *faille* à un autre genre de dislocation très-important à constater en géologie et en paléontologie. La faille consiste en une rupture, verticale ou oblique sur la tranche, d'un ensemble de couches, qui place une portion à un niveau, tandis que l'autre glissera sur sa tranche, et se trouvera ou plus élevée ou plus basse. Il en résultera que des couches, ou même des étages géologiques d'âges différents, pourront être mis sur la même ligne, et souvent tromper l'observateur peu expérimenté. Les failles étant beaucoup plus fréquentes qu'on ne le croit généralement, puisqu'elles se trouvent à chaque pas dans les montagnes, et même sur le sol en apparence moins tourmenté des plaines, exigent une attention toute particulière, afin de les retrouver dans toutes les circonstances. Quand la faille met en contact des couches de nature minéralogique tout à fait distincte, on la reconnaît de suite; mais il n'en est pas ainsi, lorsque la nature minéralogique diffère peu, comme il arrive très-souvent dans les montagnes et dans les plaines, par exemple à Boulogne (Pas-de-Calais), où des couches bleues de l'étage kimméridgien et du portlandien sont placées sur le même niveau horizontal. Alors les fossiles seuls pourront la faire reconnaître, en montrant des faunes distinctes dans les couches que la faille a mises accidentellement sur le même plan horizontal. Si le sol extérieur avait toujours conservé la différence de niveau que les couches ont subie dans l'intérieur, on aurait encore un moyen de les retrouver; mais les allures du sol, au contraire, montrent quelquefois, extérieurement, une horizontalité parfaite, due au nivellement apporté par les dénudations successives, quand les fouilles dans l'intérieur de la terre, ou les falaises des bords de la mer, montrent un grand nombre de failles. Nous en avons eu beaucoup d'exemples dans les falaises de l'étage corallien, de la pointe du Ché, près de La Rochelle, dans les falaises de l'étage kimméridgien du Rocher, entre cette ville et Rochefort, et surtout dans le creusement du canal de Niort à la Belle-Croix, située à huit kilomètres de La Rochelle.

Des failles ont souvent produit des vallées au milieu des montagnes, comme on le remarque dans les Alpes, où quelquefois un torrent franchit une chaîne par une fente de cette nature. Nous avons également reconnu que beaucoup de vallées, dans les plaines, étaient le produit d'une faille. En parcourant la côte des départements de la Somme et de la Seine-Inférieure, où des falaises de craie blanche paraissent offrir une grande uniformité de couches, nous n'avons pas été surpris, dit M. d'Orbigny, de reconnaître, par les niveaux qu'occupent les fossiles dans les falaises, des deux côtés des vallées qui s'y jettent à la mer, qu'elles étaient produites par des failles. En effet, les vallées d'Etretat, de Criqueport, de Fécamp, de Saint-Valery-en-Caux, etc., sont toutes dues à des dislocations de cette nature. Au milieu d'une masse de couches de craie de même nature minéralogique, la différence dans les niveaux qu'occupent les couches à *micraster cor anguinum*, fait reconnaître qu'une faille considérable a formé la vallée.

Nous pourrions multiplier à l'infini les exemples; mais nous nous contenterons de donner celui d'une des failles les plus curieuses que nous connaissions. Elle existe dans le ravin de Saint-Martin, commune d'Escragnolles (Var). On y voit d'abord, sur un plan incliné, cinq failles successives. La première montre que les couches de l'étage oxfordien ont été disloquées avant d'être recouvertes par les dépôts supérieurs; car cette faille, que nous appelons *faille partielle*, a dérangé seulement les couches de l'étage oxfordien, sans se prolonger dans l'étage néocomien qui le recouvre, ce qui prouve qu'elle préexistait au dépôt des couches néocomiennes. Les failles sont, au contraire, des *failles générales*, puisqu'elles ont aussi bien disloqué l'étage oxfordien que les étages néocomien, albien et cénomanien

qui y sont superposés. Ces cinq failles, comprises dans un espace de deux kilomètres de longueur, mettent en contact, au même niveau horizontal, des couches d'âges géologiques très-différents. Elles démontrent combien les ruptures de ce genre peuvent amener d'irrégularités dans la position relative actuelle des étages, et combien, lorsqu'on recueille les fossiles qu'ils renferment, il faut se tenir en garde contre l'erreur qui consisterait à prendre pour des mélanges naturels des accidents mal appréciés par l'inexperience du collecteur.

Une des grandes perturbations occasionnées par les dislocations sur les couches consolidées, est celle qu'on désigne sous le nom de *dénudation*. C'est l'action de lavage et d'enlèvement d'une certaine partie des couches par l'action prolongée des eaux. On doit à ces dénudations la séparation et l'isolement de la butte Montmartre, de la butte Ménilmontant, et des buttes du mont Valérien, aux environs de Paris, par exemple; toutes ces buttes étant, d'après l'étude géologique, autant de lambeaux qui formaient un grand ensemble de couches de même nature dont la continuité est à Clamart.

Ces grandes dénudations partout remarquées autour du bassin tertiaire de Paris, ne peuvent s'attribuer à des causes actuelles, qui, dans aucun cas, ne seraient assez puissantes; et tout prouve qu'elles sont encore le résultat des grandes dislocations terrestres.

On voit des traces de dénudations de cette nature sur tous les points du globe, soit par l'isolement des parties formant jadis un tout, soit par l'enlèvement des couches dans les montagnes. C'est bien certainement à ces actions puissantes de nivellement qu'il faut attribuer, dans les Alpes, le morcellement des étages cénomanien et sénonien des terrains crétacés, et surtout les petits lambeaux existants encore aujourd'hui des étages suessonien et parisien, de l'époque tertiaire. Il est évident que ces étages formaient d'immenses surfaces; que les dislocations ont dû les conserver dans les anfractuosités qu'elles laissaient sur tous les lieux où la dénudation ne pouvait avoir qu'un faible accès. La manière dont se montrent seulement ces lambeaux d'étages, depuis Grasse jusqu'à Grenoble, sur le versant français des Alpes, amène au moins à cette conclusion. Ce sont des restes des lambeaux échappés à la destruction générale, qui viennent seuls témoigner que ces étages existaient sur l'emplacement occupé par les Alpes, avant que cette chaîne eût pris son relief actuel.

On doit aussi à ces grandes dénudations générales, le creusement, l'élargissement extraordinaire des vallées qu'une faille avait, sans doute, primitivement tracées dans une dislocation antérieure, car lorsqu'on étudie la puissance de ces dénudations, l'immense étendue des parties enlevées, et la masse des matériaux charriés, il devient impossible de les rattacher aux causes actuelles, dont l'action est si limitée.

Les effets géologiques des dislocations sur les restes organisés fossiles contenus dans les couches consolidées, se sont montrés de différentes manières; et l'un de ces effets se rattache encore aux dénudations; nous voulons parler des *fossiles remaniés*. Lorsqu'une couche consolidée a été en butte aux grands efforts des eaux et que les parties qui la composent ont été désagrégées par leur action, il arrive qu'enlevés de cette couche, les fossiles, ordinairement plus résistants, peuvent être transportés, soit en des couches postérieures, soit en d'autres sédiments du même étage. On appelle ordinairement, *fossiles remaniés sur place*, l'effet du mouvement des eaux assez fort pour détacher et isoler les fossiles de la roche, pour les transporter par lits au milieu des sables, des argiles d'une composition minéralogique différente, mais de la même époque géologique. On voit des remaniements de ce genre, principalement dans l'étage albien ou le gault, à Wissant, (Pas-de-Calais), à Sauce-aux-Bois, à Novion (Ardennes), à Varennes (Meuse), à Clar (Var), à la montagne des Fis (Savoie). On les reconnaît à la forme anguleuse des fragments remaniés et déposés par lits horizontaux, aux fossiles toujours remplis de matière différente des couches qui les renferment aujourd'hui, comme à Sauce-aux-Bois, à Wissant et à la montagne des Fis, par exemple, où ils sont formés de matière noire, quand les sédiments qui les entourent actuellement sont des sables verts très-fins, ou de l'argile grisâtre. Une preuve sans réplique de remaniement s'y montre souvent. Lorsqu'une valve isolée d'une coquille acéphale se trouve déposée dans une couche quelconque, elle ne peut que se remplir des matières qui l'environnent. Si elle reste dans cette couche, cette matière est naturellement toujours identique de composition minéralogique à la masse générale de la couche. Dès lors, les vallées isolées dans les couches de grès verts devraient être remplis de ces mêmes grès, tandis qu'elles le sont toutes de matière noire d'une nature très-distincte.

Nous avons de fréquents exemples de remaniement de fossiles, dans des étages bien différents de ceux qui les contenaient primitivement. Nous avons déjà cité ces *productus* de l'étage carbonifèrien, que MM. Murchison et de Verneuil ont trouvés avec les coquilles fossiles de l'étage contemporain, en Russie. Les fossiles albiens de Clansayes (Drôme), composés d'une roche chloritée très-compacte, sont remaniés dans un sable rouge appartenant à l'étage tertiaire falunien, ou dans un étage infiniment plus récent que celui qui les renfermait primitivement. Nous trouvons encore des remaniements de cette nature à la montagne Sainte-Catherine, à Rouen, où des fossiles de l'étage cénomanien forment un banc au milieu de l'étage turonien, et

un autre à Fécamp (Seine-Inférieure), où les mêmes fossiles que ceux de la montagne Sainte-Catherine sont remaniés dans l'étage sénonien ou dans la craie blanche. Les bélemnites et les ammonites de l'étage toarcien sont, d'après M. de Munster, remaniés dans les couches tertiaires d'Osnabruck et de Cassel; l'*ostrea columba* de l'étage cénomanien est remaniée dans les faluns d'Angers; les fossiles du lias le sont, avec les coquilles de l'époque actuelle, à Bamff, en Écosse, d'après M. Prestwich, etc.

Pour nous résumer, relativement aux fossiles zoologiques, on voit que durant les périodes de repos, ils peuvent être renfermés soit au sein des couches, soit dans leur position normale d'existence; y être déposés entiers, par parties séparées; y former des bancs sous-marins, ou être roulés sur les côtes. Dans les périodes d'agitation, ils peuvent être remaniés sur place dans le même étage, ou transportés dans des étages d'âge différent de celui où ils ont vécu, par suite de simples remaniements. Les dislocations placent aussi les couches qui les renferment dans les circonstances les plus disparates, par suite des soulèvements et des affaissements de diverses valeurs. Les failles mettent quelquefois sur le même horizon des étages de deux âges distincts. On conçoit que toutes ces causes, qui tendent à intervertir l'ordre naturel des choses, sont autant de difficultés dont il faut tenir le plus grand compte dans l'étude paléontologique. Les plus petites irrégularités géologiques devront être étudiées avec détail avant de recueillir les restes organisés contenus dans les couches. Il faudra ensuite s'assurer d'où proviennent réellement les fossiles qu'on rencontre libres dans les ravins surmontés d'étages divers, d'où ils peuvent tomber; ou ceux qu'on recueille au pied d'un coteau, car ils peuvent rouler des couches les plus supérieures, ou des plus inférieures de ces coteaux, et, dès lors, provenir d'étages d'âge très-différent. Lorsqu'on n'est pas assez exercé pour reconnaître la provenance réelle de ces échantillons libres qu'on trouve à la surface du sol, il convient de ne recueillir que ceux qui sont encore dans la couche où ils se sont déposés, et sur lesquels on ne peut avoir de doutes. Sans ces précautions, on s'expose à placer, dans un étage, des êtres qui ne s'y sont jamais rencontrés, et à faire des anachronismes qui tendront à intervertir l'ordre naturel des choses.

Des déformations dans les fossiles. — Nous avons dit que les différentes inclinaisons des couches non entièrement consolidées, avaient permis aux molécules composantes de subir un effet de glissement qui, dans beaucoup de cas, n'était sensible que par la *déformation* des nombreux fossiles qu'elles renferment.

Nous appelons *déformations* toutes les altérations, tous les changements de forme que les restes de corps organisés ont pu subir dans les couches terrestres, par suite de la pression ou de toute autre cause géologique. Ces déformations sont de telle nature qu'elles changent entièrement les caractères spécifiques des êtres, et qu'elles ont servi à certains auteurs à former des genres et des espèces distincts.

Les animaux, comme nous l'avons dit (*Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. I[er]), ne se sont pas déposés dans les couches terrestres, d'après leur pesanteur spécifique, comme l'ont cru certains auteurs, mais bien comme elles se déposent encore aujourd'hui sur les rivages maritimes. Les êtres soudainement enveloppés de sédiments sont restés dans leur position normale, sur le point où ils vivaient. Les autres, morts dans les eaux, ont été transportés par les courants; leurs parties se sont dispersées, ont formé des bancs sous-marins, ont été jetées sur des rivages tranquilles, ou sur des rivages battus de la vague. Les restes organisés, aussi déposés et recouverts par les dépôts sédimentaires, sont devenus fossiles, avec leurs parties plus ou moins altérées, ou sont passés à l'état de moules, d'empreintes et de modèles. (*Voy.* ces mots.) Si postérieurement à leur dépôt les couches à l'état pâteux se sont affaissées dans leur position horizontale, par suite de la pression de l'ensemble, tous les corps organisés qu'elles renferment subissent des déformations dans le sens vertical. Si ces mêmes couches ont été disloquées à l'état pâteux, et qu'elles se soient trouvées inclinées antérieurement à la pression de l'ensemble, cette pression produira un glissement oblique des molécules, par rapport à leur premier dépôt horizontal, et les corps organisés que ces couches renferment prendront des formes plus extraordinaires encore.

La pression verticale des couches détermine, sur les corps placés dans la position horizontale, suivant leur compression naturelle, un aplatissement de toutes les parties. Les nautiles, les ammonites, de convexes qu'ils étaient, s'aplatiront et deviendront souvent aussi minces qu'une feuille de papier. L'*ammonite serpentinus* des couches feuilletées de l'étage toarcien ou du lias supérieur offre souvent cette déformation.

Les bivalves placées sur le côté perdront la moitié de leur convexité, ou de convexes qu'elles étaient, seront même tout à fait aplaties. Cette déformation, très-commune, que nous appellerons *déformation latérale*, ne change en aucune manière la forme symétrique des coquilles, et même, en cela, peut facilement induire en erreur, si, dans la détermination des espèces, l'on n'en tient pas un compte rigoureux.

La pression verticale des couches produit encore les déformations toutes différentes que nous nommerons *déformations verticales*. Celle-ci a lieu principalement lorsque les coquilles spirales ou bivalves sont dans leur position normale, qu'elles sont placées verticalement dans le sens de leur longueur. Des coquilles de gastéropodes coniques de-

viendront entièrement plates, ou leur spire, de très-élevée qu'elle était, rentre sur elle-même et reste très-obtuse. La même déformation a lieu pour les crustacés et pour les oursins.

Quant aux coquilles bivalves, la déformation verticale s'exerce généralement lorsque celle-ci est restée dans sa position normale d'existence, et elle en change entièrement la forme, comme on le trouve à la Malle (Var), etc. Telle coquille, naturellement ronde, le *cardium hillanum*, deviendra oblongue transversalement, ainsi que le prouveront les figures comparatives, prises sur des échantillons en nature. Lorsqu'au contraire cette pression est exercée dans le sens transversal, c'est-à-dire des crochets au bord palléal d'une bivalve, elle deviendra oblongue de ronde qu'elle était.

La pression oblique des couches disloquées et inclinées produit, sur les corps organisés fossiles, ce que nous désignerons sous le nom de *déformation oblique*, et ces déformations sont de presque tous les étages géologiques. Chez les coquilles composées de parties paires et enroulées sur le même plan, elle rend la spire elliptique de régulière qu'elle était; beaucoup d'ammonites se trouvent dans ce cas, ainsi que des bellérophons. Les premières ont servi à former le genre *ellipsolithes;* les autres à déterminer des espèces purement imaginaires.

Cette déformation oblique rend l'enroulement spiral elliptique chez les gastéropodes, en jetant le sommet latéralement, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

Si, pour des yeux exercés, ces déformations se reconnaissent facilement, il n'en est pas de même des déformations obliques des coquilles bivalves. Ici la pression peut rendre une coquille irrégulière de symétrique qu'elle était, en faisant jouer une valve sur l'autre; elle peut alors la faire ressembler à l'état naturel de coquilles bien distinctes, en rendant les valves inégales, comme on le voit pour le *cardium hillanum*.

Lorsque cette pression a lieu dans le sens d'une verticale qui passe entre les deux valves, et qu'elle l'incline, soit d'un côté, soit de l'autre, elle en change totalement la forme, sans en changer la symétrie, ce qui rend cette déformation difficile à reconnaître.

Il est à remarquer que ces déformations sont souvent en rapport avec la valeur des dislocations qu'ont subies les couches consolidées terrestres. Elles sont rares sur les points où la stratification est presque horizontale, dans les plaines, par exemple; elles se multiplient outre mesure dans les montagnes, où toutes les couches ont subi des dislocations sans nombre. En tous cas, il convient d'en tenir un compte rigoureux dans la détermination des espèces, pour ne pas les multiplier à l'infini.

§ IV. — *Conclusions relatives à la séparation des étages géologiques et des faunes spéciales qu'ils renferment.*

Nous voyons, d'après ce qui précède, 1° qu'il s'est manifesté, à la surface de la terre, de longs intervalles de repos, pendant lesquels les couches sédimentaires se sont déposées lentement avec les nombreux restes des animaux qui vivaient alors sur les continents et dans les mers; 2° que, par suite du refroidissement du centre et de la croûte extérieure du globe terrestre, le retrait des matières a produit, sur cette croûte consolidée, des reliefs et des affaissements auxquels on croit devoir, en raison du mouvement des eaux, attribuer l'anéantissement complet de la faune existante; 3° que ces dislocations ont amené, à chaque époque, des changements de niveau dans les couches consolidées et dans les mers, 4° qu'à la suite d'un laps de temps d'agitation, plus ou moins prolongé, après chacune de ces révolutions géologiques, des êtres différents ont été créés et sont venus de nouveau couvrir et animer la surface de la terre. Il nous reste maintenant à définir comment on reconnaît aujourd'hui, sur les couches consolidées de l'écorce terrestre, les limites de ces instants alternatifs de repos et d'agitation, et les différentes époques géologiques qui en sont le résultat.

On a vu que les sédiments, déposés dans un instant de repos, forment des couches *parallèles*, *concordantes*, qui se succèdent les unes aux autres sans interruption. On a reconnu que le premier grand effet des dislocations terrestres est de changer les niveaux, et, dès lors, de placer sur le lieu de la dislocation, dans toutes les positions, les parties des couches solides qui ont été dérangées par suite de cette révolution géologique. Comme les mers prennent toujours leur horizontalité, ce nouvel horizon, par rapport à l'inclinaison diverse des couches disloquées, n'est plus parallèle; au contraire, il est, le plus souvent, fort différent. On dit alors que les couches sont en *discordance de stratification*. La discordance est donc le manque complet de parallélisme entre deux couches qui se succèdent, dont l'une, jadis horizontale, a été dérangée avant que la nouvelle couche se soit déposée parallèlement à la ligne du nouvel horizon des eaux. Il en résulte que la *discordance* annonce certainement, partout où elle se trouve, qu'une dislocation, qu'une révolution géologique est survenue entre le dépôt respectif des deux couches, et qu'elles sont, dès lors, d'âge relatif différent. On doit donc admettre, avec tous les géologues, et sans aucune restriction, que la discordance dans les couches qui se succèdent est un moyen certain de reconnaître la fin d'un étage et le commencement d'un autre.

Quelques personnes ont pensé que la discordance était indispensable pour séparer deux âges de terrain. La série des observations aussi bien que le raisonnement, por-

tent à croire le contraire. Pour qu'il y ait discordance sur tous les points à la fois, entre les dernières couches d'un étage et les premières de l'étage suivant, il faudrait supposer que la dislocation de la fin d'une époque s'est manifestée avec la même intensité sur toutes les parties du globe à la fois, ce qui n'est pas probable. C'est assez de voir les révolutions qui se sont opérées atteindre, dans leurs dislocations, une portion considérable de la sphère, de l'étendue, par exemple, de la chaîne des Andes et des Pyrénées. Lorsqu'on étudie la géologie des plaines et des montagnes, on reconnaît, au contraire, que des couches parallèles, appartenant à des étages très-différents, se sont succédé pendant un laps de temps plus ou moins considérable. Il faut donc croire que si, bien certainement, des points de chaque étage ont été disloqués par suite des révolutions géologiques, d'autres sont restés dans une position plus ou moins concordante avec les étages supérieurs et inférieurs.

Voici comment nous avons trouvé marquée la séparation des étages :

La *dénudation d'un étage, marquée par les lignes irrégulières d'érosion*, à son point de contact avec celui qui le recouvre immédiatement, équivaut à une discordance ; car elle est le signe certain d'un mouvement géologique. On voit partout des exemples de ces lignes de séparation.

Le *polissage*, l'*usure*, la *surface corrodée* d'une roche, avant que celle qui lui succède se dépose, comme nous avons déjà signalé quelques exemples, sont d'aussi bonnes limites que la discordance entre deux étages géologiques, puisqu'elles sont encore produites par des mouvements puissants de dislocation, et du mouvement des eaux, qui en sont le résultat immédiat.

Il en est de même du manque, dans quelques points, d'un étage intermédiaire, reconnu partout ailleurs, comme on le trouve si souvent dans la nature. Le manque de l'étage albien, qu'on remarque dans les Alpes, depuis Castellane jusqu'à Gap, entre l'étage aptien et l'étage cénomanien, et le manque, au contraire, de l'étage aptien, entre les étages néocomien et albien, depuis Castellane et Grasse, quand, d'un autre côté, ces quatre étages se succèdent régulièrement dans les départements de la Meuse, de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne, et en Angleterre, à l'île de Wight, sont, pour nous, l'équivalent d'une discordance ; car ces manques d'étages prouvent un mouvement de soulèvement, d'affaissement ou une grande dénudation sur les points où ils ne se trouvent pas dans leur ordre ordinaire de succession au milieu des couches.

Lorsqu'on voit les dépôts des cavernes, celui des pampas, ainsi que ceux de presque toutes les *brèches à ossements*, comme celles de Sicile, de Nice, de l'Algérie, être d'une même couleur ferrugineuse rougeâtre produite, évidemment, par le lavage des parties terreuse de la surface des continents, on doit croire que cette couleur ferrugineuse peut, en certains cas, indiquer la fin d'une époque géologique ou le commencement d'une autre. C'est en effet ce que l'on a remarqué dans une foule de circonstances. Les dépôts de fer limoneux de Bettancourt-la-Ferrée (Haute-Marne), qui sont entre la base de l'étage néocomien et les dépôts jurassiques ; les couches ferrugineuses de Vassy, même département, qu'on remarque à la partie inférieure de l'étage aptien ; la couche moins épaisse du ravin de Saint-Martin, près d'Escragnolles (Var), qui marque la fin de l'étage néocomien ; la couche ferrugineuse de la base de l'étage bajocien de Bayeux, de Moutiers et de Sainte-Honorine, se trouvent dans ce cas, ainsi qu'une multitude d'autres points de notre France. En Amérique, on le retrouve encore, sur une grande échelle, à la base de l'étage falunien des terrains tertiaires, dans la couche guaranienne et dans le limon des pampas. On conçoit, néanmoins, que les dépôts de ce genre ne puissent se faire que dans les cavités terrestres laissées par suite du changement de niveau déterminé par la perturbation géologique ; aussi ne doivent-ils être que locaux ; mais, dans quelques cas, ils sont encore des signes bien marqués, auxquels on peut reconnaître la fin d'un étage ou le commencement d'un autre.

Les grands dépôts de galets ou de gros sédiments, tels que les petits cailloux qu'on rencontre souvent à la base d'un étage comme à Thouars (Deux-Sèvres), dans l'étage toarcien, à Carry (Bouches-du-Rhône), dans l'étage falunien, marquent aussi fréquemment la fin d'un étage et peuvent servir à les faire distinguer ; car ils y ont été amenés par suite d'un mouvement prolongé dans les eaux, au commencement d'un nouvel horizon.

Les couches épaisses sans fossiles, qu'on rencontre quelquefois à la base d'un étage, en marquent aussi le commencement, avant qu'il eût contenu des animaux.

Les *allures* extérieures, les inégalités du sol, dans les plaines, lorsqu'elles forment de longues ondulations, ne sont, le plus souvent, que le signe extérieur d'un changement d'étage, comme on le voit dans les département des Deux-Sèvres, de la Haute-Marne, des Ardennes, de la Meuse, etc. Des inégalités bien plus grandes, produites par les dénudations sur des couches de densités différentes, signalent partout, dans les Hautes et Basses-Alpes, les limites, pour ainsi dire rigoureuses, des étages ; à tel point, que chaque chaîne de montagnes, de collines, placée dans le sens des grandes dislocations, montre presque partout les grandes lignes de séparation des terrains et des étages.

Ce que nous venons de dire de la différence de dureté et de composition minéralogique des étages, à leur point de contact, est un fait général qui sert toujours, sur une localité restreinte, à les faire reconnaître. Dans certains cas, cette différence est minéralogi-

quement très-tranchée, par exemple, du grès au calcaire, du calcaire à l'argile, où se montre par des changements prononcés dans la couleur respective des roches. Il est aussi des circonstances où, comme dans les Alpes, près de Digne, les étages, depuis le lias inférieur jusqu'à l'étage néocomien, sont tous composés de calcaires argileux noirâtres. Dans les départements de l'Yonne et de la Côte-d'Or, les trois étages du lias sont formés de calcaire marneux bleu. Près de Niort les étages callovien et bathonien sont d'un calcaire blanc jaunâtre. Il faudra, dans ces circonstances, une plus grande attention pour les distinguer; mais de légères nuances de dureté, de couleur, acquerront alors une plus grande valeur qu'ailleurs, et seront encore les signes certains des lignes de séparation, parfaitement en rapport avec les faunes zoologiques qu'ils contiennent. D'ailleurs, à de petites couches plus dures, contenant un plus grand nombre des restes organisés, l'habitude pratique fait reconnaître les limites, tout aussi bien que si elles étaient marquées par des roches de natures différentes.

La ligne de séparation entre deux étages est, disons-nous, marquée par une discordance de stratification dans les couches, par des dénudations, par le polissage, l'usure de la superficie et l'étage le plus ancien des deux, par des dépôts ferrugineux, par des lits de galets, par les inégalités extérieures du sol, enfin, par la différence de couleur et de composition minéralogique des roches qui se succèdent. Il reste à savoir si ces différents signes, auxquels on reconnaît la fin d'un étage ou le commencement d'un autre, suffisent toujours pour les faire distinguer bien certainement, et pour donner leur âge relatif. La discordance, avons-nous dit, est un moyen positif de distinguer deux époques géologiques qui se succèdent sur un point quelconque; mais cette discordance, qui indique bien certainement qu'il n'y a pas identité d'âge géologique entre ces deux étages, reste muette sur la question de savoir si, placés sur ce point l'un au-dessus de l'autre, ces deux étages sont bien ceux que la nature a fait se succéder dans l'ordre général de l'ensemble géologique. On voit, en effet, sur quelques points de notre globe, et surtout en France, se suivre, régulièrement les uns les autres, dans leur âge relatif et dans leur véritable ordre de superposition, de nombreux étages, comme dans les terrains jurassiques des départements des Deux-Sèvres, de la Charente-Inférieure et du Calvados; ou comme dans les étages triassiques, jurassiques, crétacés et tertiaires des départements de la Haute-Marne et de la Marne, où rien ne manque dans la succession naturelle; mais on trouve aussi, sur plus de points encore, l'ordre naturel interverti, par suite de dénudations ou de différences de niveaux. Il manque, par exemple, à Escragnolles (Var), l'étage aptien entre l'étage néocomien et albien, à Honfleur (Calvados), entre l'étage kimméridgien et l'étage cénomanien, quatre étages intermédiaires; les étages portlandien, néocomien, aptien et albien; à Fontaine-Etoupe-Four (Calvados), six étages intermédiaires, les étages divonien, carbonifèrien, permien, conchilien, salifèrien et sinémurien entre l'étage silurien et les couches liasiennes, qui les recouvrent sur ce point. Quelquefois, comme sur l'Oca, gouvernement de Moscou, à Yelatma, gouvernement de Tambof, on trouve l'étage oxfordien en contact avec l'étage carbonifèrien, laissant, dès lors, neuf étages de moins dans cet intervalle, tandis que, sur l'étage oxfordien, se trouvera l'étage sénonien, avec un nouvel intervalle de huit étages. D'autres fois, enfin, comme dans les Alpes, il ne se présente que des lambeaux isolés des étages crétacés et tertiaires, placés diversement sur les étages jurassiques.

Que la discordance sépare deux étages qui doivent se succéder naturellement, ou qu'elle sépare des étages qui laissent entre eux soit des terrains, soit un grand nombre d'étages de moins, comme sur les points que nous venons de citer, elle ne dénote toujours qu'une simple différence d'époque, sans rien enseigner sur l'âge relatif réciproque de ces époques. Il est donc certain qu'ici cesse *le domaine de la géologie* non *paléontologique*, pour céder la place *au domaine exclusif* de la *paléontologie stratigraphique*.

Si, en effet, dans ces cas, on ne se sert que de la géologie, on pourra supposer que les étages sont dans leur ordre naturel de superposition. On ne tiendra, dès lors, aucun compte des lacunes qui existent entre eux; et, prenant l'étage qui recouvre l'autre, comme celui qui doit lui succéder, on commettra une erreur qui pourra s'étendre, ensuite, sur tous les autres étages supérieurs qu'on placera plus bas qu'ils ne doivent être, comme nous pourrions en citer de fréquents exemples dans les travaux de quelques auteurs. La géologie n'a, effectivement, sans la paléontologie, aucun moyen certain de reconnaître l'âge des étages, quand l'ordre naturel est interrompu; car les caractères minéralogiques sont insuffisants, et peuvent, au contraire, entraîner à de graves erreurs, puisque les circonstances actuelles de l'étude des étages terrestres nous ont fait reconnaître (*Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. I^er^) le synchronisme des couches de natures très-différentes. Lorsque les géologues non paléontologistes ont constaté ces lacunes, ils y ont toujours été amenés par les caractères paléontologiques des étages, les seuls que l'on puisse alors invoquer avec certitude. Cela est si vrai que lorsqu'ils n'ont pu se guider par les fossiles, comme pour les *macignos* des Alpes, ils les ont classés successivement dans les terrains triasiques, crétacés ou tertiaires.

Nous avons établi que la fin de chaque grande période géologique avait été marquée par l'anéantissement des êtres composant la faune de chacune de ces périodes, et qu'une faune nouvelle s'était ensuite manifestée à la surface du globe. Il en est résulté une

succession de faunes distinctes caractéristiques de chaque terrain, de chaque étage. En effet, qu'une faune propre à un étage soit prise dans l'Inde, en Amérique ou en France; qu'elle soit en contact avec la faune qui l'a précédée, qu'elle soit, au contraire, séparée par une lacune plus ou moins grande, qu'elle soit enfin contenue dans un grès, dans une argile, ou dans un calcaire, elle n'en montre pas moins partout les mêmes caractères zoologiques d'ensemble et les espèces identiques des plus caractéristiques. Ainsi, dans toutes les circonstances géologiques, la paléontologie stratigraphique donnera toujours, pour les couches de sédiments, à l'aide des caractères généraux de formes animales, et de quelques espèces communes, comparativement à ce qu'on a observé préalablement au sein des étages superposés dans leur ordre naturel, un moyen certain de reconnaître l'âge relatif d'une couche.

Nous avons dit que des différences de composition minéralogique des étages concordants annonçaient les limites respectives de ces étages. D'un autre côté le synchronisme des dépôts actuels (*Voy.* Couches sédimentaires, art. I[er]), nous a montré que des sédiments, de natures diverses, se déposent en même temps dans les mers actuelles, comme ils se sont déposés dans les divers étages géologiques. Il en résulte que cette différence dans la nature minéralogique ne peut recevoir qu'une application, locale très-restreinte, et que les caractères qui ont servi, par exemple, à distinguer deux étages en Normandie, sont tout à fait insuffisants dans les Deux-Sèvres, ou dans les Ardennes.

Nous avons vu également que des perturbations naturelles fortuites (*Voy.* Couches sédimentaires, art. I[er]), pouvaient amener un changement de nature dans les dépôts actuels, et placer des argiles sur des sables, ou des sables sur des argiles, comme nous en avons rencontré dans les différentes couches d'un même étage géologique. Il reste donc démontré que le changement de nature minéralogique, s'il indique souvent la fin d'une période, d'un étage, peut aussi n'en montrer qu'un accident partiel, qu'un effet de ces perturbations naturelles. On entrevoit déjà que ce caractère minéralogique échappe à la géologie spéciale, puisqu'il ne peut donner les moyens de reconnaître si ce changement est dû à la fin d'une période, ou à des couches locales plusieurs fois renouvelées dans cette période. Ici encore, comme dans les discordances et dans tous les autres cas que nous avons cités, la paléontologie stratigraphique seule peut servir à distinguer, par la fin d'une faune et par le commencement de l'autre, la véritable limite de toutes deux.

En résumé les animaux, ne montrant dans leurs formes spécifiques aucune transition, se sont succédé à la surface du globe, non par passage, mais par extinction des races existantes, et par la création successive des espèces à chaque époque géologique.

Les animaux sont répartis par étage, suivant les époques géologiques. Chacune de ces époques présente, en effet, à la surface du globe, une faune distincte, caractérisée par des formes spéciales et par des espèces identiquement les mêmes partout; aussi, les étages silurien, dévonien, carbonifèrien, permien, jurassiques, crétacés, et même les étages inférieurs des terrains tertiaires de toutes les couches géologiques du globe, sur lesquelles nous avons des données certaines, présentent-ils des caractères paléontologiques identiques, c'est-à-dire le même facies d'ensemble, les mêmes formes génériques et un nombre plus ou moins grand d'espèces identiques, communes partout, qui prouvent leur complète contemporanéité.

Cette contemporanéité d'existence, qu'on remarque à d'immenses distances aux premiers temps de l'animalisation et jusqu'à l'époque où se déposent les terrains tertiaires, semble dépendre d'une température uniforme et du peu de profondeur des mers. Néanmoins, cet état de chose ne pouvait se maintenir, dès que l'influence de la latitude et conséquemment l'inégalité de température déterminée par le refroidissement de la terre, d'un côté, le système des montagnes, de l'autre, ainsi que les grandes profondeurs des océans, apportaient autant de barrières infranchissables à la zoologie terrestre et marine. On doit donc croire que l'uniformité de répartition des êtres sur le globe tient, pour les uns, à l'égalité de température déterminée par la chaleur centrale, et pour les autres, à cette même cause, combinée avec le peu de profondeur des mers; tandis que le morcellement des faunes tertiaires récentes, par bassins de plus en plus restreints, provient, en approchant de l'époque actuelle, du refroidissement de la terre, des limites de latitude, des barrières terrestres et marines, qui ont mis obstacle à l'extension des faunes.

PERTURBATIONS dans les dépôts de sédiments. *Voy.* Couches sédimentaires.

PÉTRIFICATION. *Voy.* Fossiles.

PHILOSOPHES et POETES ANCIENS, *admettent-ils une création de la matière.* — *Voy.* Chaubard.

PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE GÉNÉRALE ET COMPARÉE. — Nous emprunterons à l'un des plus savants paléontologistes de notre époque les profondes études qu'il a faites sur le sujet élevé qu'annonce le titre du présent article. Nous recommandons ces belles considérations à l'attention du lecteur; elles sont du plus haut intérêt à cause des conséquences qui en découlent.

L'une des questions les plus importantes de la zoologie générale, dit M. A. d'Orbigny, est, sans contredit, celle qui se rapporte à la marche successive de l'animalisation sur le globe, depuis les temps géologiques les plus reculés jusqu'à l'époque actuelle. De cette étude dépend, en effet, la solution définitive du grand problème zoologique, de la perfection successive des organes, comparée à l'ancienneté des animaux

dans les divers âges du monde. Les savantes recherches de Cuvier tendaient évidemment à ce but ; mais, l'illustre auteur de l'ouvrage sur les ossements fossiles, s'étant borné aux mammifères et aux reptiles, les déductions qu'il tire de ses observations ne s'appliquent, quelque importantes qu'elles soient, qu'à ces deux classes d'êtres. Depuis Cuvier, M. Richard Owen, avec la rare sagacité qui le distingue, a surtout étudié les animaux vertébrés. MM. Agassiz, Hermann de Meyer et beaucoup d'autres, savants se sont plus particulièrement encore occupés du même embranchement.

Les trois autres embranchements des animaux, renfermant à eux seuls les cinq sixièmes des genres connus à l'état fossile, et douze fois plus d'espèces ensevelies dans les couches terrestres que les animaux vertébrés, ont également été traités dans beaucoup d'ouvrages ; mais, rédigés souvent par des hommes étrangers à la zoologie analytique, ces ouvrages ne sont, il faut bien le reconnaître, que très-rarement au niveau des travaux que nous venons de citer sur les animaux vertébrés ; et leur ensemble hétérogène ne saurait donner aucun résultat certain. Il convient donc, pour en tirer parti, de discuter avant tout sévèrement chacun des documents isolés qu'ils renferment, afin de rectifier les erreurs de détermination et de ramener les choses à leur valeur réelle. Convaincu de cette nécessité, et désirant arriver à une solution positive, nous avons voulu appliquer à l'étude des animaux invertébrés fossiles l'expérience et l'habitude que pouvait nous avoir données une vie entièrement consacrée aux recherches zoologiques sous toutes les zones de température. Depuis 1839, surtout, nous n'avons pas cessé nos recherches sur les animaux mollusques et rayonnés fossiles. Nous avons publié dans notre *Paléontologie française*, et dans beaucoup d'autres ouvrages sur la zoologie analytique fossile, une très-nombreuse série de travaux qui nous ont permis d'effectuer beaucoup de réformes spéciales par une application nouvelle des variations qui déterminent l'âge et le sexe, chez un grand nombre d'êtres perdus. Indépendamment de nos travaux particuliers, contenant quelques milliers d'espèces, nous avons encore voulu discuter un à un tous les faits que renferment les ouvrages publiés jusqu'à ce jour, dans le but de rectifier quelquefois l'âge chronologique, et de ramener les corps organisés fossiles, inscrits dans le domaine de la science, à l'unité du genre, à l'unité de l'espèce, ou, pour mieux dire, à une valeur comparative uniforme, condition indispensable de tout travail d'ensemble. Nous avons d'abord consigné ces documents ainsi rectifiés dans notre *Prodrome de paléontologie stratigraphique*, qui contient, à lui seul, plus de 18,000 espèces, afin qu'on puisse apprécier les bases sur lesquelles reposent nos conclusions. Nous avons ensuite, dans la partie zoologique de notre *Cours élémentaire de paléontologie*, passé en revue chaque série animale, pour reconnaître comment s'y comportent les espèces dans les genres et les genres dans les classes, suivant la succession chronologique des âges du monde, afin d'obtenir la marche spéciale à chacune de ces classes en particulier. Nous avons même résumé, pour chacune d'elles, dans un tableau spécial, la répartition des genres et des espèces à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle. Enfin, après dix années d'un travail des plus opiniâtres et des plus fastidieux, nous donnons ici les résultats définitifs auxquels nous sommes arrivés sur l'ensemble des animaux fossiles connus aujourd'hui, c'est-à-dire sur le chiffre de 24,000 espèces, contenues dans 1,600 genres différents, appartenant aux quatre grands embranchements : des animaux vertébrés, des animaux annelés, des animaux mollusques et des animaux rayonnés.

Nous allons successivement examiner :

1° L'instant d'apparition des ordres d'animaux comparés à leur nombre respectif dans les âges du monde ;

2° Les périodes croissantes ou décroissantes, dans les âges du monde, des ordres d'animaux comparés à la perfection de l'ensemble de leurs organes.

3° L'instant d'apparition, dans les âges du monde, des ordres d'animaux, comparés au degré de perfection de l'ensemble de leurs organes.

§ I. — *Instant d'apparition des ordres d'animaux comparés à leur nombre respectif dans les âges du monde.*

En jetant les yeux sur notre tableau, on y voit d'abord qu'un certain nombre d'ordres existaient avec la première animalisation, et que ce nombre a constamment augmenté, jusqu'à présent, dans les âges du monde. Si, en effet, sans tenir compte des organes des animaux compris dans ces ordres, nous les divisons, suivant leur âge et leur nombre, nous arriverons aux conclusions suivantes

Ordres connus dans les terrains paléozoïques,	31
Ordres connus dans les terrains triasiques,	21
Ordres connus dans les terrains jurassiques,	41
Ordres connus dans les terrains crétacés,	71
Ordres existant dans la faune contemporaine,	76

Les chiffres précédents démontrent que, pris dans leur ensemble numérique, et sans s'occuper de leur caractère, les ordres d'animaux sont d'autant plus nombreux qu'ils se rapprochent davantage de notre époque ; qu'ils sont, en un mot, dans une progression croissante de nombre des terrains les plus anciens aux plus modernes, et qu'aujourd'hui les ordres d'animaux sont à leur maximum numérique de développement. Les résultats purement numériques prouveraient donc, pour les ordres, que la multiplicité des formes animales est d'autant plus grande qu'on s'approche de l'époque actuelle. Il reste, maintenant, à rechercher si

cette multiplicité de formes est en rapport avec la complication et la perfection comparative des organes.

§ II. — *Périodes croissantes ou décroissantes, dans les âges du monde, des ordres d'animaux comparés à la perfection de l'ensemble de leurs organes.*

Notre tableau, résumé complet de la manière dont les genres se comportent dans chaque ordre d'animaux en particulier, montre de suite que ces ordres peuvent se diviser en deux séries, qui ont suivi une marche toute différente.

1° Les ordres dont les genres atteignent leur maximum numérique aux époques géologiques passées, et ne présentent plus, à l'époque actuelle, que des nombres inférieurs à celui qu'ils présentaient dans les âges antérieurs ; ordres placés, depuis plus ou moins longtemps, dans *une période décroissante de développement de formes zoologiques.*

2° Les ordres placés toujours dans une *période croissante de développement de formes zoologiquse.*

Voyons d'abord le nombre comparatif des ordres dans les périodes décroissantes et croissantes.

Nous avons, dans la période décroissante, 13 ordres ; dans la période croissante, nous en avons 64.

Si nous opposons ces 13 ordres en voie décroissante aux 64 ordres qui sont toujours, au contraire, dans la période croissante de développement de formes zoologiques, on aura la certitude que, relativement au nombre, les ordres de la période décroissante sont en minorité ; mais cette minorité n'ayant jamais été constatée, acquiert une immense importance, puisqu'elle vient modifier entièrement les idées sur la marche toujours croissante de l'animalisation sur la terre. Quand on voit, en effet, 13 ordres sur 77, ou plus du sixième de l'ensemble numérique se trouver dans la période décroissante de développement de formes zoologiques, on doit naturellement en conclure que toutes les séries animales n'ont pas suivi une marche uniforme dans les âges du monde. On y voit encore une exception importante à cette loi trop généralement admise du perfectionnement progressif des êtres, en marchant des époques anciennes aux plus modernes.

Si, en effet, ces 13 ordres en décroissance avaient leur maximum aux dernières époques qui nous ont précédés sur la terre, on pourrait encore croire à ce perfectionnement progressif jusqu'à l'instant où ces séries animales ont commencé à décroître ; mais il n'en est pas ainsi, comme on va le voir par l'époque géologique à laquelle, d'après les données actuelles, ces ordres ont atteint leur maximum de développement générique. Nous voyons entrer dans cette période décroissante, avec les terrains paléozoïques, les premiers de l'animalisation : les poissons placoïdes, les poissons ganoïdes, les crustacés trilobites, les mollusques céphalopodes tentaculifères, les mollusques brachiopodes brachidés et les crinoïdes fixes.

Les 7 autres ordres entrent en voie décroissante avec les époques suivantes :

Dans les terrains jurassiques, la troisième grande époque du monde, on trouve les reptiles sauriens et les crinoïdes libres.

Dans les terrains crétacés, la quatrième grande époque du monde, les mollusques bryozoaires, les mollusques brachiopodes cirrhidés, les foraminifères cyclostègues, les amorphozoaires testacés.

Enfin, dans les terrains tertiaires qui nous ont précédés sur la terre, les mammifères pachydermes, les mammifères édentés.

En résumé, on voit que sur les 13 ordres, 6, ou près de la moitié de l'ensemble, entrent dans la période décroissante avec la première époque de l'animalisation du globe, tandis que deux seulement ont atteint cette période dans l'âge qui nous a précédés sur la terre. Ce résultat est encore tout à fait contraire au perfectionnement progressif, puisque la moitié de l'ensemble commence sur le globe par leur maximum de développement de formes zoologiques, et s'est, au contraire, toujours trouvée dans la période décroissante jusqu'à notre époque.

Nous allons, du reste, considérer le nombre et la valeur des 13 ordres en voie décroissante, par rapport à la place qu'ils occupent dans les quatre grands embranchements des animaux, afin de reconnaître si ces rapports sont ou non favorables au perfectionnement successif des êtres.

Embranchement des animaux rayonnés. — Commençons par les êtres les moins parfaits, ceux qui, suivant l'hypothèse du perfectionnement, devraient prédominer, puisqu'ils auraient dû paraître les premiers, et atteindre aussi les premiers leur période décroissante. Ce résumé numérique nous donne :

En décroissance, 4 ordres ; en croissance, 12 ; rapport, 1/3. Le rapport de nombre est donc de 1 à 3, ce qui n'est pas considérable, surtout lorsqu'on voit ce résultat rester au-dessous de celui que nous offrent les animaux mollusques, et ne montrer que moins du double des rapports qui existent chez les animaux vertébrés, les premiers de l'échelle.

Si les proportions étaient suivant l'hypothèse du perfectionnement, on devrait trouver ces quatre ordres en voie de décroissance parmi les dernières séries animales ; mais il n'en est pas ainsi. Bien qu'on remarque parmi ces ordres, l'un des *amorphozoaires*, ou spongiaires testacés, les êtres les plus informes et l'un des sept ordres de *foraminifères* encore dans les dernières séries des êtres, il n'en est pas moins vrai que les *échinodermes*, les plus parfaits des animaux rayonnés, forment à eux seuls la moitié de ce nombre, et qu'un de leurs ordres montre son maximum vingt étages avant les amorphozoaires, les derniers dans l'organisation animale. On voit que, suivant les périodes croissantes et décroissantes seulement, les animaux rayonnés offriraient non-seule-

ment des exceptions au perfectionnement progressif, mais prouveraient même une marche contraire.

Embranchement des animaux mollusques. — La question de savoir si les mollusques doivent venir avant ou après les animaux annelés, n'est pas, pour nous, tranchée d'une manière bien définitive ; car il est certain que si les animaux annelés sont doués de moyens de locomotion plus parfaits, sous certains rapports, les céphalopodes, parmi les mollusques, offrent une organisation bien plus complète sous d'autres points de vue; aussi ne présentons-nous ces embranchements que comme des séries qui doivent marcher parallèlement, et non l'une après l'autre. Parmi les mollusques nous trouvons le résumé numérique suivant :

En décroissance, 4 ordres ; en croissance, 10 ; rapport 2/5. Le rapport de nombre est, comme on le voit, des deux cinquièmes; nombre qui place les animaux mollusques bien avant les animaux rayonnés pour les ordres en voie décroissante de développement, et offre dès lors bien plus d'exceptions numériques à la loi du perfectionnement progressif.

Ces exceptions sont encore bien plus frappantes, quand on y voit les *céphalopodes*, les premiers des mollusques par la perfection de leurs organes, parmi les 4 ordres en décroissance ; car, alors, ce ne sont plus quelques ordres qui forment cette exception, mais bien l'embranchement tout entier. Nous voyons, en effet, les céphalopodes atteindre leur période décroissante dès le premier âge du monde animé dans l'étage silurien, c'est-à-dire deux étages avant les *brachiopodes brachidés*, vingt et un étages avant les *brachiopodes cirrhidés*, bien moins parfaits que ces derniers, et vingt-deux étages avant les *mollusques bryozoaires*, les derniers de l'embranchement sous le rapport de la perfection des organes. Il n'est donc pas douteux que, d'après les périodes croissantes ou décroissantes, le perfectionnement progressif des êtres est tout à fait illusoire pour les animaux mollusques, qui, depuis les premiers âges du monde jusqu'à présent, ont, au contraire, marché dans la voie de dégénérescence la plus marquée, la plus positive.

Embranchement des animaux annelés. — Nous citons ici cet embranchement plutôt pour compléter le cadre de nos considérations que pour en faire un parallèle régulier avec les autres; car, de tous les êtres, ces derniers ont été le plus facilement détruits dans les couches terrestres, qui ne nous offrent plus, sans doute, que quelques débris échappés à leur prompte altération et aux grandes commotions géologiques du globe. Les animaux annelés fossiles, tels que nous les connaissons, offrent le résultat numérique suivant :

En décroissance, 1 ordre; en croissance, 18; rapport, 1/18. Le rapport de nombre est d'un dix-huitième pour les animaux annelés; mais, comme nous l'avons dit, ce résultat n'est basé que sur le peu de débris de ces animaux qui ont pu échapper à l'anéantissement général de ces êtres peu faits pour résister à des causes si nombreuses de complète destruction. Cet ordre en décroissance, celui des *crustacés trilobites*, qui, né avec la première animalisation du globe, y trouve son maximum et disparaît du monde animé deux étages après, appartient du reste aux crustacés, animaux plus parfaits, par exemple, que les annelides, que les cirrhipèdes, dont le maximum se trouve à l'époque actuelle.

Embranchement des animaux vertébrés. — L'embranchement des êtres les plus parfaits, celui auquel appartient l'homme, devrait, si la loi du perfectionnement existait, ne montrer aucun ordre en décroissance : ce qui ne résulte pas des faits ; car l'observation donne le résultat suivant :

En décroissance, 5 ordres; en croissance, 23; rapport, plus de 1/5. Le rapport de nombre est de plus d'un cinquième, ou un peu moins d'un quart, proportion énorme pour des animaux si élevés dans l'échelle. Ce résultat prouve que les quatre embranchements ont marché parallèlement, et non successivement, dans leur développement de formes.

Voyons maintenant, suivant la place qu'occupent ces 5 ordres dans les animaux vertébrés, si la loi de perfectionnement existe. Les animaux vertébrés, d'après leur degré croissant de perfectionnement physiologique, se composent des poissons, des reptiles, des oiseaux et des mammifères. Si cet embranchement avait suivi la ligne graduelle du perfectionnement, on devrait trouver tous les ordres en voie de décroissance parmi les poissons les moins parfaits, et aucun dans les mammifères. Il n'en est pourtant pas ainsi; car, sur les 5 ordres en décroissance, 2 appartiennent aux *poissons*, les *placoïdes* et les *ganoïdes;* 1 aux *reptiles*, les *sauriens;* et 2 aux *mammifères*, les *pachydermes* et les *édentés*. Les 2 ordres de poissons, les ganoïdes et les placoïdes, ne sont pas les moins parfaits de l'ensemble; puisque non-seulement ils sont supérieurs, sous ce rapport, aux pleuronectoïdes ou poissons non symétriques encore dans la période croissante; mais encore, parmi eux, les placoïdes, dont dépendent les squales, sont encore, d'après les belles recherches de M. Duvernoy, supérieurs à tous les autres poissons, sous les rapports de la perfection. Suivant ce résultat, les poissons auraient suivi une marche contraire au perfectionnement. L'ordre des reptiles en décroissance, celui des sauriens, n'était certainement pas le dernier des reptiles, puisqu'il est supérieur, à tous égards, aux *batraciens*, soumis à des métamorphoses et dans la voie croissante. Les mammifères en voie décroissante, les pachydermes et les édentés, sont sans aucun doute, plus parfaits que les *cétacés*, toujours en voie croissante. Il est donc évident que, chez les animaux vertébrés, considérés suivant les périodes croissantes et décroissantes, non-seulement il n'y a pas de preuves du perfectionnement suc-

cessif, mais qu'ils donnent, au contraire, des preuves de la non-existence de cette marche. Il est encore certain que, d'après les considérations qui précèdent, les classes de cet embranchement n'ont pas marché successivement, mais bien parallèlement ; ce qui exclut tout à fait ce perfectionnement successif.

En nous résumant sur l'ensemble des périodes croissantes et décroissantes des ordres d'animaux comparés aux âges du monde, on voit que, suivant le nombre des ordres, la majorité serait encore dans la voie croissante, tandis que, suivant la valeur des caractères physiologiques comparés à l'âge, tous ces résultats numériques disparaissent pour faire place à la démonstration la plus certaine du non-perfectionnement successif des êtres.

En effet, les détails dans lesquels nous sommes entrés à chaque embranchement, conduisent à cette conclusion très-importante : Si l'hypothèse du perfectionnement progressif existait, on devrait trouver tous les ordres dans la période décroissante parmi les animaux rayonnés les plus imparfaits, et aucun parmi les animaux vertébrés les plus parfaits, tous ces ordres en décroissance ne se trouvant pas dans le premier embranchement, puisque les animaux vertébrés en offrent dans des proportions peu différentes. On voit, dès lors, que ces quatre embranchements n'ont pas marché successivement, suivant leur degré de perfection comparative dans les âges du monde, mais sur quatre lignes parallèles indépendantes, résultat tout à fait contraire au perfectionnement progressif pris en général.

S'il existait, du reste, quelques doutes à cet égard, la comparaison du nombre des ordres dans chaque classe viendrait prouver que ce parallélisme existe non-seulement dans les quatre grands embranchements, comparés aux âges du monde animé, mais qu'il faut encore l'admettre dans les classes de ces embranchements, qui toutes ont suivi des lignes parallèles indépendantes dans ces âges du monde, et non une ligne de succession suivant leur degré de perfection comparative : dernière conclusion qui détruit tout à fait le perfectionnement successif des êtres, en marchant des époques les plus anciennes vers l'époque actuelle.

§ III. — *Instant d'apparition, dans les âges du monde, des ordres d'animaux comparés au degré de perfection de l'ensemble de leurs organes.*

Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, le nombre des ordres a, dans les comparaisons, moins de valeur que la perfection relative des organes. Nous allons, sous ce rapport, comparer l'instant d'apparition, dans les âges du monde, des différents ordres d'animaux avec le degré de perfection de leurs organes.

En jetant les yeux sur notre tableau de la répartition des ordres à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à notre époque, on voit, d'après les données actuelles de la science, qu'avec la première grande époque géologique, la période paléozoïque, vivaient 31 ordres d'animaux sur 77, ou presque la moitié, nombre considérable quand on considère les causes multipliées de destruction qui se sont opposées à ce que cette première époque, si éloignée de nous, puisse nous montrer entièrement la richesse réelle de son animalisation. Néanmoins cette première époque offrant à l'industrie sur tous les points du monde, l'exploitation de la houille comme mobile des recherches, nous croyons que c'est la plus connue, et celle, peut-être, qui nous présente les résultats les plus complets.

Ces 31 ordres, rencontrés dans les terrains paléozoïques, sont ainsi répartis dans les différents embranchements :

Animaux rayonnés,	8 ordres.
Animaux mollusques,	9 —
Animaux annelés,	11 —
Animaux vertébrés,	3 —

Ainsi, les quatre grands embranchements seraient également représentés ; ce qui prouverait que tous sont nés avec la première grande époque du monde animé sans manifester de prédominance trop marquée. Ce résultat, des plus positifs, puisqu'il est basé sur un nombre considérable de faits, ne serait, en aucune manière, favorable à l'idée trop généralement admise, que les êtres sont d'autant plus parfaits qu'ils se rapprochent de l'époque actuelle. Pour que cette hypothèse fût vraie, il faudrait que tous ces ordres de la première animalisation du globe appartinssent seulement aux classes inférieures ; ce qui n'est pas. Nous croyons donc que ces chiffres ont seuls une grande signification dans la question ; mais, avant de conclure, discutons avec détail ce que nous donnera la perfection relative des ordres dans chaque embranchement pris en particulier.

Embranchement des animaux rayonnés. — Si les êtres étaient d'autant moins parfaits qu'ils sont plus anciens, on devrait, dans les terrains paléozoïques, premier âge du monde animé, trouver que les ordres existants appartiennent aux amorphozoaires ou aux foraminifères, les derniers sous le rapport de la perfection des organes, et qu'aucun ne dépend des échinodermes, les plus parfaits des animaux rayonnés ; mais il n'en est pas ainsi, comme le prouve la liste suivante de ces 8 ordres connus dans les terrains paléozoïques : les échinodermes échinides ; les échinodermes astérides ; les échinodermes ophiuroïdes ; les échinodermes crinoïdes fixes ; les polypiers zoantaires ; les polypiers alcyonaires ; les foraminifères hélicostègues ; les amorphozoaires testacés ou éponges. On voit, en effet, que sur ces 8 ordres d'animaux rayonnés des terrains paléozoïques, 4, ou la moitié, appartiennent aux échinodermes, que nous venons de dire être les plus parfaits, et 2 aux zoophytes ; tandis qu'il reste seulement 2 ordres aux classes les plus inférieures, les

foraminifères et les amorphozoaires, les derniers des animaux rayonnés sous le rapport de la perfection de leurs organes. Il sera prouvé, par cette comparaison, que les plus parfaits des animaux rayonnés sont nés, en grande majorité, avec la première animalisation du globe, ce qui est tout à fait opposé à la marche croissante du développement successif des organes des animaux, en remontant des âges géologiques les plus anciens vers les plus modernes.

Voyons, maintenant, si la succession des terrains postérieurs nous présentera des faits confirmant ou infirmant ces résultats. La deuxième grande époque, les *terrains triasiques*, qui suivent les terrains paléozoïques, ne nous montrent aucun ordre nouveau d'animaux rayonnés. La troisième grande époque, les *terrains jurassiques*, offrent seulement de plus : 1 ordre d'échinodermes, les crinoïdes libres, moins avancés en perfection d'organes que les échinides et les astéroïdes de la première animalisation; et 2 ordres de foraminifères, les moins parfaits de l'ensemble, La quatrième grande époque, les *terrains crétacés*, présentent encore 4 ordres de foraminifères et 1 d'amorphozoaires, les derniers dans l'échelle de la perfection des organes. Enfin la cinquième grande époque, les *terrains tertiaires*, qui nous ont précédés sur la terre, n'ont aucun ordre nouveau. Il est donc évident que, depuis le commencement du monde animé jusqu'à l'époque actuelle, les animaux rayonnés ont marché dans une voie stationnaire constante, ou même quelquefois dans une voie rétrograde, par rapport à la perfection des organes; qu'il n'a été créé aucun mode nouveau d'existence, et surtout aucun ordre plus parfait que ceux des premiers âges du monde, ce qui est encore tout à fait opposé au perfectionnement général des êtres dans les âges du monde.

L'embranchement des animaux mollusques nous montre-t-il des résultats plus satisfaisants pour cette hypothèse? Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les ordres des mollusques des terrains paléozoïques, les premiers de l'animalisation, appartinssent tous aux moins complets des mollusques, et aucun aux plus parfaits, tels que les céphalopodes. Nous trouvons à la place, dans les 9 ordres de mollusques des terrains paléozoïques : les céphalopodes tentaculifères, les gastéropodes pectinibranches, les gastéropodes scutibranches, les ptéropodes, les lamellibranches sinupalléales, les lamellibranches intégropalléales, les lamellibranches pleuroconques, les brachiopodes brachidés, et les bryozoaires. Toutes les classes de mollusques y sont également représentées; et, de plus, on y voit les céphalopodes les plus parfaits de cette série à leur maximum de développement de formes génériques; 2 ordres de gastéropodes, les plus complets après les céphalopodes; les 3 ordres de lamellibranches, des brachiopodes les plus parfaits et des bryozoaires. Il sera donc prouvé ici, comme pour les animaux rayonnés, que les plus parfaits des animaux mollusques sont nés avec la première animalisation du monde, et qu'ils y sont même dans leur plus grand développement d'ordres, résultat encore en opposition complète avec la marche croissante du développement successif des organes des animaux, en allant des premiers âges du globe animé à l'époque actuelle.

Voyons, du reste, en remontant dans les âges du monde, ce que nous trouvons pour les animaux mollusques, relativement aux ordres nouveaux qui apparaissent successivement. Dans les terrains triasiques naît l'ordre des céphalopodes acétabulifères, aussi le plus parfait des mollusques, et cela encore à une époque bien reculée par rapport à nous. Dans les terrains jurassiques apparaissent les *gastéropodes tectibranches*, et les *brachiopodes cirrhidés*, tous deux certainement inférieurs en perfection à ceux de leur classe qui sont nés dans la première grande époque. Les terrains crétacés n'en offrent pas de nouveaux, et les terrains tertiaires n'en montrent que 1 ordre; les *gastéropodes pulmonés*, qui, spécialement conformés pour respirer l'air en nature, ne sont pas, sous d'autres rapports, supérieurs aux gastéropodes de la première animalisation, et encore moins aux céphalopodes. C'est, en un mot, un mode nouveau d'existence qui tient, non au véritable perfectionnement, mais à des circonstances particulières. On peut donc dire, comme pour l'embranchement précédent, que, dans les âges du monde, les animaux mollusques sont encore restés stationnaires, ou même ont rétrogradé chez les plus parfaits, et n'ont montré, dans les dernières périodes d'existence, aucun ordre plus parfait que ceux des terrains paléozoïques; car les gastéropodes pulmonés qui ont paru avec les terrains tertiaires les plus voisins de notre époque, sont loin d'être aussi parfaits que les céphalopodes, qui ont eu leur maximum de développement dans les premiers âges du monde animé. Les mollusques n'offrent donc, dans les terrains géologiques, ni par la faune première, ni par la succession des faunes, rien qui soit favorable au perfectionnement successif des organes.

L'embranchement des animaux annelés, considéré sous le rapport de la perfection successive des organes, devrait, pour qu'il y eût accord, nous montrer, avec les terrains paléozoïques les plus anciens, tous les ordres dans les classes les moins parfaites, et aucun dans les plus parfaites. Les résultats sont encore ici tout à fait opposés, comme le prouvent les 11 ordres suivants, que nous connaissons dans les terrains paléozoïques; les insectes coléoptères, les insectes orthoptères, les insectes névroptères, les arachnides, les crustacés phyllopodes, les crustacés xiphosures, les cirrhipèdes, les annélides dorsibranches, et les annélides tubicoles. Nous voyons, d'abord, toutes les classes représentées, ce qui est déjà un résultat contraire; mais encore, dans ces classes, nous trouvons, parmi les insectes,

3 ordres; parmi les crustacés 4, au milieu desquels on compte les coléoptères, les plus complets des insectes; les deux séries les plus importantes des animaux annelés sont largement représentées, ainsi que les arachnides, les cirrhipèdes et les annélides. Nous aurions donc, pour les animaux annelés, des résultats identiques à ceux des deux embranchements précédents. Il serait prouvé de même, que les plus parfaits des animaux annelés sont nés avec les premiers êtres du monde animé, pendant les terrains paléozoïques; qu'ils y ont eu un grand développement d'ordres : résultat en opposition directe avec la marche croissante du développement successif des organes des êtres, en avançant des premiers âges du monde animé vers notre époque.

Suivons les grandes époques géologiques qui ont succédé aux terrains paléozoïques, pour reconnaître ce qui a existé jusqu'à nos jours relativement aux animaux annelés. La seconde grande époque, les terrains triasiques, ont offert 1 seul ordre de crustacés de plus, celui des décapodes, à ajouter aux 4 ordres qui existent déjà. La troisième grande époque, les terrains jurassiques, ont montré encore 1 ordre de crustacés, les isopodes; et 4 d'insectes, les diptères, les hémiptères, les hyménoptères et les lépidoptères, nullement supérieurs en organisation à ceux de la première animalisation. La quatrième grande époque, les terrains crétacés, n'ont pas un ordre de plus. Pour la cinquième grande époque, les terrains tertiaires, ils offrent 2 ordres de crustacés bien inférieurs, comme organisation, à ceux des terrains paléozoïques et triasiques, et les premières traces certaines des insectes myriapodes, évidemment inférieurs aux coléoptères, que nous voyons dans les premiers âges du monde. Ici nous devons conclure absolument, comme pour les animaux rayonnés, que tous les résultats sont contraires au perfectionnement des êtres, en suivant l'âge chronologique du monde animé.

L'embranchement des animaux vertébrés ne montre pas, sous ce rapport, de résultats aussi positifs; et même, jusqu'à un certain point, l'hypothèse du perfectionnement progressif due à leur seule étude était, en ce qui les concerne, fondée sur quelques faits. Nous avons dit que, pour que cette supposition fût vraie, il faudrait que les moins complets des animaux vertébrés fussent les seuls représentés dans le premier âge du monde. Nous trouvons, parmi les 3 ordres des terrains paléozoïques : les reptiles sauriens, les poissons placoïdes ou squales, et les poissons ganoïdes. Il n'y aurait donc pas là une confirmation; car, bien qu'il manque encore les oiseaux et les mammifères, plus complets que les reptiles et les poissons, les deux classes représentées n'en suivraient pas moins une marche tout opposée. En effet, les reptiles de ce premier âge sont les sauriens, certainement bien supérieurs en organisation aux reptiles ophidiens ou serpents, dépourvus de membres, et surtout aux batraciens, soumis à des métamorphoses et qui ne paraissent que bien plus tard. Les poissons de cette première époque appartiennent aux placoïdes ou squales, les plus parfaits des poissons, comme l'a reconnu M. Duvernoy, et aux ganoïdes, évidemment supérieurs aux pleuronectoïdes non symétriques, qui ne se montrent que dans les dernières périodes géologiques. On voit que deux classes sur quatre, dans les animaux vertébrés, n'ont pas suivi, dans leur instant d'apparition sur la terre, comparée à la perfection de leurs organes, une marche en rapport avec la perfection croissante de ces organes, puisque les plus parfaits se montrent les premiers. Nous allons, avant de conclure, scruter les âges postérieurs, afin d'y chercher des confirmations ou des contradictions.

En remontant dans les terrains qui ont succédé aux terrains paléozoïques, les terrains triasiques, où seconde grande période de l'animalisation, nous présentent l'ordre des oiseaux échassiers, et celui des reptiles chéloniens. Il est curieux de voir déjà, dans une époque si reculée, arriver des oiseaux, animaux aériens par excellence, et surtout de voir encore les reptiles chéloniens, les plus parfaits de cette série, apparaître longtemps avant les ordres les plus imparfaits. Les terrains jurassiques n'offrent pas d'ordres nouveaux; les terrains crétacés présentent 1 ordre d'oiseaux, les palmipèdes, et 2 ordres de poissons, les cycloïdes et les cténoïdes, moins parfaits que les poissons des terrrains paléozoïques. C'est donc avec la cinquième grande période, dans les terrains tertiaires, les derniers avant notre époque, qu'ont paru tous les autres ordres d'animaux. Les ordres d'oiseaux ne sont pas plus parfaits que ceux du second âge du monde; les ordres des reptiles, les ophidiens et les batraciens, sont assurément les derniers en perfection dans cette classe. L'ordre des poissons, les pleuronectoïdes, est aussi le dernier des poissons, puisqu'il renferme les poissons non symétriques dans leurs parties. On voit donc que, sur les 4 classes, depuis la première période géologique jusqu'à présent, il y en a 2, les reptiles et les poissons, qui, au lieu de marcher dans ces âges des plus imparfaits aux plus parfaits, ont montré les plus parfaits les premiers, les moins parfaits dans les derniers, en suivant une marche entièrement opposée au perfectionnement successif des organes, et que la classe des oiseaux est restée stationnaire depuis la seconde grande époque du monde animé. Il n'y aurait, en conséquence, de favorable au perfectionnement successif des êtres que les mammifères, qui, effectivement les plus parfaits des animaux vertébrés, ont tous, à l'exception de l'homme, spécial à notre époque, paru seulement dans la dernière période géologique qui nous a précédés sur la terre. Tels sont les résultats relatifs à l'instant d'apparition; néanmoins, les mammifères nous offrent encore des ex-

septions, puisqu'ils ont 2 ordres : les pachydermes et les édentés, dans une période décroissante de développement de formes zoologiques, ce qui prouve que le perfectionnement des organes, dans l'ordre chronologique des périodes géologiques, n'est général, pas même pour l'ensemble des mammifères.

En nous résumant sur l'instant d'apparition dans les âges du monde des ordres d'animaux comparés à la perfection de leurs organes, à l'embranchement dont ils dépendent, nous arrivons aux résultats suivants :

1° *Les quatre embranchements des animaux*, dans l'ordre chronologique des âges du monde, n'ont pas marché suivant le degré comparatif de la perfection de leurs organes, mais bien sur quatre lignes parallèles, tout à fait indépendantes les unes des autres.

2° *Les classes d'animaux* sont à l'exception de *deux* sur *dix-neuf*, absolument comme les embranchements : elles ont marché parallèlement, et non successivement dans les âges du monde.

3° Cette marche particulière, parallèle et non successive dans l'ordre chronologique, pour chaque embranchement et pour chaque classe, est tout à fait contraire au système du perfectionnement général des organes, en allant du premier âge du monde vers l'époque actuelle.

4° L'accord du degré croissant de perfection des organes, en marchant des premiers âges du monde jusqu'à l'époque actuelle, loin d'être la règle constante, comme on avait pu le croire en étudiant les animaux mammifères, n'est, au contraire, qu'une faible exception à la marche parallèle générale, et qui n'a pour base que l'arrivée tardive sur la terre de l'ordre des mammifères. Cet accord même, sous ce rapport, n'existerait que pour un dix-neuvième de l'ensemble des classes.

5° Il résulterait encore de ce qui précède, que les animaux, loin de perfectionner successivement leurs organes, et de passer par tous les degrés de perfection dans les âges du monde, ont souvent à cet égard moins gagné que perdu dans quelques embranchements, ou sont au moins restés stationnaires, ce qui exclut tout à fait la marche croissante générale du simple au composé dans le cours des âges géologiques.

Il nous reste pourtant à expliquer une contradiction, à la vérité plus spécieuse que réelle, qui pourrait naître de la comparaison de tous les résultats basés sur les caractères zoologiques généraux des êtres avec les chiffres des genres qui, sans avoir égard à ces caractères généraux, se trouvent dans chaque classe d'animaux. Les classes, considérées suivant le nombre des genres, montrent, en effet, *quatre* classes sur *dix-neuf* qui, même par les chiffres, sont toujours en décroissance de nombre de genres, depuis des époques géologiques plus ou moins anciennes jusqu'à présent : ce sont les mollusques céphalopodes, brachiopodes, bryozoaires, et les amorphozoaires. Celles-ci sont encore en rapport direct avec les conclusions précédentes qu'elles viennent corroborer. Les autres classes vont, au contraire, en croisant de nombre, de genres, des âges les plus anciens vers l'époque actuelle, et pourraient faire croire à une marche générale croissante dans l'organisation. Toutes les conditions dans lesquelles nous sommes entré, relativement aux caractères zoologiques les plus importants, prouvent que ces genres plus nombreux ne dénotent point une marche croissante dans la perfection des organes, mais seulement une plus grande multiplicité de légères modifications dans les détails de formes des parties peu importantes de l'organisation. Ces modifications génériques résident, en effet, dans la place et dans la forme des dents, des pieds, dans la forme du corps et des nageoires des animaux vertébrés, dans la configuration et les détails d'anneaux du corps, des pattes et des antennes des animaux annelés ; dans la forme et la répartition des parties diverses des coquilles, des mollusques et des échinodermes ; dans le mode d'agrégation des individus ; dans les détails de distribution des parties solides chez les animaux rayonnés ; enfin, toujours dans des caractères bons pour distinguer des genres, mais qui n'ont point de valeur zoologique plus élevée dans l'organisme général. On voit donc, en dernière analyse, que le nombre des genres, plus considérable pour quelques classes d'êtres, est tout à fait indépendant du perfectionnement des organes, et ne peut en rien modifier les résultats généraux obtenus par l'organisation même comparée dans toutes les séries zoologiques

§ IV. — *Recherches physiologiques sur les milieux d'existence des animaux dans les âges géologiques.*

Il est une question physiologique de la plus grande importance, et que peut seule résoudre l'étude des animaux fossiles ensevelis dans les couches terrestres. Cette question est celle de savoir si les divers organes des animaux les plus anciens sont restés les mêmes depuis le commencement du monde, ou s'ils se sont modifiés par suite de changements de milieux d'existence ; ou, en termes directs : les animaux les plus anciens sur le globe étaient-ils plus simples de composition que ceux d'aujourd'hui, et se sont-ils perfectionnés à mesure qu'ils approchaient de nous ? Peut-être, en comparant les ordres entre eux, dans les recherches précédentes, avons-nous déjà péremptoirement prouvé que le perfectionnement successif des êtres n'existe réellement pas dans l'ensemble ; car il est certain que si, comme nous le trouvons, les classes d'animaux ont, à très-peu d'exceptions près, marché parallèlement, et non successivement, dans les âges du monde, c'est que les organes de ces classes étaient, au commencement de l'animalisation, aussi parfaits qu'à l'époque actuelle.

Pour chercher à découvrir les causes phy-

siologiques qui ont pu déterminer la règle générale et les exceptions que nous avons signalées dans la marche successive de l'animalisation à la surface de la terre, depuis les temps géologiques les plus reculés jusqu'à nos jours, nous allons nous occuper des organes de ces animaux fossiles. L'organe de la respiration étant, entre tous, par sa nature même, par sa grande susceptibilité, le plus important, puisqu'il se trouve toujours en rapport direct avec les milieux d'existence, nous en ferons la base principale des recherches qui vont suivre.

Les différents modes de respiration chez les animaux peuvent, en raison de leur degré croissant de perfection, se diviser en quatre séries :

1° Respiration sans organe spécial ;
2° Respiration dans l'eau par des branchies ;
3° Respiration aérienne par des trachées ;
4° Respiration aérienne par des poumons.

Des animaux marins.

Respiration sans organe spécial. — Si nous commençons par les animaux marins les plus simples dans leur composition, ceux, par exemple, qui, au lieu d'avoir un organe spécial destiné à séparer des eaux de la mer l'oxygène nécessaire à leur existence, paraissent se l'approprier directement par diverses parties externes de leur corps, nous verrons que les êtres ainsi conformés appartiennent aux dernières classes, et seulement à l'embranchement des animaux rayonnés. En jetant les yeux sur notre tableau de la répartition des classes d'animaux à la surface du globe, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle, on peut s'assurer qu'avec les terrains paléozoïques, première grande période des âges du monde, apparaissent les classes des amorphozoaires, des foraminifères, des zoophytes et des échinodermes, qui, à différents degrés de perfection, rentrent dans cette première série. Nous avons donc, dès cette première époque, des représentants de toutes les classes d'êtres qui respiraient sans organe spécial, et aucune modification nouvelle ne se montre aux périodes postérieures de l'histoire du globe.

En poussant plus loin nos comparaisons, pour nous assurer si les milieux d'existence sont toujours restés les mêmes, descendons jusqu'aux genres qui, par leur persistance, peuvent nous donner la preuve que les organes des êtres de cette première animalisation sont identiques aux organes par lesquels respirent encore les êtres de la même série. Les amorphozoaires testacés des terrains paléozoïques ne diffèrent que par leur forme ou par leur tissu des amorphozoaires des mers actuelles. Le genre *fusulina*, représentant des foraminifères dans cette première période de l'animalisation, est très-voisin des *nonionina*, si communes dans nos océans; les zoophytes se trouvent absolument dans le même cas. Quant aux échinodermes, nous voyons paraître avec la première période, tous les principaux types de formes et de caractères des genres de crinoïdes, d'astéroïdes et d'ophiuroïdes, voisins des genres actuellement vivants, et même avec eux, parmi les échinides, le genre *cidaris*, contemporain de cette première période d'existence qui a traversé toutes les époques du monde jusqu'aux océans actuels.

De ce qui précède, ne peut-on pas conclure que les animaux marins sans organe spécial de la respiration sont nés, sous toutes les formes, avec les premiers âges du monde; qu'ils n'ont rien changé à leurs organes depuis cette époque reculée; que leur organisation d'aujourd'hui est la même que celle d'alors, et que les genres de cette première période étaient identiques ou analogues à ceux de nos jours? Ne pourrait-on pas encore en déduire que les conditions d'existence sont restées les mêmes depuis le commencement du monde animé, et qu'aucun changement ne paraît avoir amené de modification organique appréciable dans les caractères des êtres marins de cette série ?

Respiration dans l'eau par des branchies. — Essentiellement marins ou des eaux douces, ces êtres pourvus de branchies comprennent presque tous les animaux mollusques; parmi les animaux annelés, les crustacés, les annélides et les cirrhipèdes; et parmi les animaux vertébrés, tous les poissons. Quoique appartenant aux trois premiers embranchements, ces êtres respirent de la même manière, c'est-à-dire qu'à l'aide de branchies, très-diverses de formes, suivant les classes, ils puisent dans l'eau l'oxygène nécessaire à leur existence.

Nous trouvons, dans les terrains paléozoïques, les premiers du monde animé, des mollusques céphalopodes, des gastéropodes, des lamellibranches, des brachiopodes et des bryozoaires; des crustacés, des annélides, des cirrhipèdes et des poissons; ou, en un mot, des représentants de toutes les classes d'êtres respirant au sein des mers par des branchies. En remontant dans les âges, nous ne voyons apparaître aucune modification nouvelle, et la zoologie actuelle, qui respire par des branchies, appartient aux mêmes classes que la zoologie de la première animalisation du globe. L'ensemble devrait donc faire croire que les conditions d'existence n'ont pas changé, puisque les organes de la respiration sont restés les mêmes; mais pour démontrer cette vérité, nous n'avons qu'à consulter les genres.

Les genres de mollusques des terrains paléozoïques nous présentent, parmi les céphalopodes, le genre *nautilus*, qui existe encore aujourd'hui, et beaucoup d'autres très-voisins de celui-ci. Parmi les gastéropodes de cette première époque du monde animé, nous avons 14 genres : les genres *turbo*, *stomatia*, *helcion*, *vaginella*, *natica*, *capulus*, *pitonellus*, *trochus*, *phasianella*, *dentalium*, *eulima*, *fissurella*, *chiton* et *chitonella*, communs dans les mers de cette pre-

mière époque, qui ont traversé, sans interruption, tous les âges postérieurs jusqu'à notre époque. Parmi les lamellibranches, nous avons 18 genres qui se trouvent dans le même cas : les genres *lyonsia*, *periploma*, *leda*, *cypricardia*, *nucula*, *arca*, *avicula*, *cardium*, *pholadomya*, *anatina*, *lucina*, *mytilus*, *pecten*, *solemya*, *isocardia*, *pinna*, *panopœa* et *ostrea*. Parmi les brachiopodes 4 genres : *lingula*, *crania*, *hemithyris* et *terebratula* qui ont suivi la même marche, ainsi que 3 genres de bryozoaires, *polytrema*, *cerio-pora* et *retepora*. Les mollusques nous donneraient donc 41 genres qui, déjà nombreux en espèces, ont, depuis la première période de l'animalisation du globe, continué d'exister à toutes les époques géologiques successives, et sont encore aussi répandus dans les mers actuelles qu'ils l'étaient dans l'origine.

Les animaux annelés nous montrent, parmi les crustacés de la première animalisation, des genres peu différents des êtres actuels ; et parmi les annélides, les genres *serpula* et *spirorbis*, tout à fait identiques, dans les terrains paléozoïques, aux mêmes genres si communément répandus au sein de nos mers.

Les animaux vertébrés nous offrent, chez les poissons des terrains paléozoïques, des genres peu différents de formes et de caractères, et qui, à l'exception peut-être de la configuration des écailles qui les recouvrent, avaient les mêmes branchies et les mêmes caractères organiques que les poissons d'aujourd'hui.

En résumé, à la question qu'on pourrait se faire de savoir si les êtres marins ont changé de nature, s'ils se sont perfectionnés depuis les premiers âges du monde animé jusqu'à présent, on peut répondre, sans aucune crainte, par la négation la plus absolue : car ces genres primitifs ou les genres voisins de ceux-ci, qui ont encore des représentants, prouvent qu'ils avaient, lors de la première animalisation, les caractères organiques qu'ils conservent encore ; qu'ils ne sont pas perfectionnés, que les milieux d'existence de cette époque étaient les mêmes que les nôtres, et que dès lors aucun grand changement n'a eu lieu quant aux éléments de vitalité que les êtres trouvaient à cette époque, dans les mers, et qu'ils trouvent encore dans les nôtres.

Des animaux terrestres.

Les animaux terrestres continentaux ou riverains, qui respirent autrement que par des branchies, appartiennent physiologiquement à deux modes de respiration purement aérienne : la respiration trachéenne et la respiration pulmonaire.

Respiration aérienne par des trachées. — Moins parfait que la respiration pulmonaire, ce mode de respiration est spécial à la classe des insectes et à quelques arachnides. Si nous le cherchons dans les terrains paléozoïques, nous trouverons qu'il y était parfaitement représenté. On y a découvert, en effet, des insectes coléoptères, orthoptères et névroptères. Comme ces insectes dépendent des mêmes genres ou appartiennent à des genres très-voisins de ceux qui existent aujourd'hui, on doit croire que les coléoptères, les névroptères et les orthoptères de ces anciens temps devaient avoir absolument la même organisation que les genres de ces classes qui couvrent les continents actuels. On arriverait donc à conclure, pour les animaux terrestres, qui respirent au moyen de trachées, comme pour les animaux marins, que les organes des insectes ne sont pas perfectionnés ; que cette classe au berceau du monde animé était ce qu'elle est encore ; que pour elle les milieux d'existence terrestre ont toujours été les mêmes, depuis la première animalisation du globe jusqu'à présent.

Respiration aérienne par des poumons. — On trouve ce mode de respiration dans trois embranchements : chez les animaux annelés, chez les animaux mollusques et chez les animaux vertébrés.

Respirant par des poches pulmonaires, les animaux annelés des anciennes époques géologiques dépendent des arachnides. On voit, en effet, dans l'étage carbonifèrien, l'un des quatre des terrains paléozoïques, les premiers du monde animé, apparaître un arachnide si voisin du scorpion, qu'il est impossible de douter qu'il n'eût en tout la même organisation que les scorpions d'aujourd'hui ; ce qui porterait à croire qu'il a vécu dans des milieux d'existence identiques. Ces conclusions nous amèneraient aux mêmes résultats que pour les animaux marins respirant par des branchies, que pour les animaux terrestres doués de la respiration trachéenne.

Considérés sous le rapport de leur âge géologique, les animaux vertébrés, respirant l'air au moyen de véritables poumons, se montrent dans les terrains paléozoïques, les premiers du monde, sous la forme de sauriens, certainement les plus parfaits des reptiles. On voit encore, à la seconde époque du monde animé, apparaître dans les terrains triasiques, avec les reptiles chéloniens ou tortues, les premiers représentants des oiseaux qui, de tous les êtres, ont le système pulmonaire le plus développé. On doit donc croire qu'à ces époques reculées, les milieux d'existence dans lesquels vivaient les oiseaux et les reptiles respirant l'air en nature par des poumons, étaient peu différents des milieux d'existence actuels ; ce qui amène naturellement à penser qu'alors la composition de l'air était peu différente de celle que nous lui connaissons aujourd'hui. Les conclusions seraient encore ici les mêmes que pour les autres modes de respiration, et nous aurions des résultats identiques sur tous les différents modes de respiration, ou pour 18 classes d'êtres sur 19.

Examinons maintenant l'exception remarquable qui a pu faire supposer que les conditions d'existence se sont modifiées dans les âges du monde ; supposition basée seulement sur l'arrivée tardive de la classe des

mammifères et des mollusques terrestres respirant par des poumons. D'après les données certaines de la science, les mammifères qui ne laissent aucun doute (802), n'ont commencé à se montrer qu'avec les terrains tertiaires, à l'époque qui nous a précédés sur la terre.

Ces quelques genres de mollusques terrestres parus tardivement à la surface du globe ont-ils des organes de respiration plus parfaits que les autres animaux qui se sont montrés avec la première animalisation? L'organisation des cyclostoma est identique à celle des gastéropodes pectinibranches. Les hélices ou limaçons ne diffèrent également que très-peu, sous ce rapport, des gastéropodes marins, et dans aucun cas, ne sont plus parfaits que les autres mollusques. Il en résulte que ce serait, dans une série d'êtres déjà très-développée, depuis les premiers âges du monde, une légère modification des organes de la respiration, mais non pas un perfectionnement de ces mêmes organes.

La seule exception réelle consiste dans l'arrivée tardive sur la terre, et seulement à l'époque des terrains tertiaires, des mammifères, les plus parfaits des animaux. Cette exception indépendante du mode de respiration, puisque la respiration par des poumons existe dès la première grande période de l'animalisation, dépend-elle de changements de milieux d'existence, et doit-elle modifier les conclusions relatives aux autres classes d'êtres? C'est ce que nous allons chercher à éclaircir.

Si c'est un changement de milieux d'existence qui a déterminé l'apparition, à l'époque des terrains tertiaires seulement, des mammifères, les plus parfaits des animaux, ce changement a dû influer également sur toutes les autres organisations zoologiques. Quand on jette les yeux sur tous nos tableaux d'ordres séparés, ou même sur notre tableau général des ordres, on reconnaît qu'à l'exception des mammifères, la marche des changements et des remplacements successifs des genres à chaque époque géologique, n'a pas été plus considérable à la fin des terrains crétacés qu'aux périodes antérieures. On pourrait donc croire qu'il n'y a pas eu de causes différentes. D'ailleurs, quand on voit que 300 genres ou formes animales de toutes les classes et de tous les modes de respiration, qui existaient dans les terrains crétacés, se sont continués, avec les mêmes caractères zoologiques, dans les terrains tertiaires où apparaissent les mammifères, il est impossible d'admettre qu'une profonde modification dans les éléments vitaux que contient l'atmosphère, en soit la véritable cause. Cette modification dans les éléments de la vitalité, favorable, en effet, à l'apparition des mammifères, aurait également dû influer sur les caractères organiques de ces *trois cents* formes animales préexistantes; ce qui n'est pas, puisqu'ils sont restés les mêmes. Comme on ne peut attribuer le retard de l'arrivée, sur la terre, des mammifères et des mollusques terrestres à aucune cause physique également marquée pour les autres êtres, on doit croire qu'il n'est pas dû à un changement de milieux d'existence, mais qu'il dépend de la même puissance créatrice qui, avant cette époque, sans qu'aucune autre cause physique puisse être invoquée, avait déjà tant de fois repeuplé les mers et les continents de ses nombreux animaux.

Nous croyons encore que, dans aucun cas, l'apparition tardive, sur la terre, des mammifères et des mollusques pulmonés, ne peut modifier les conclusions générales relatives à 18 classes sur 19. En conséquence, nos conclusions définitives sont les suivantes:

1° Si le perfectionnement progressif existait, on devrait trouver tous les animaux sans organe spécial de respiration, avec les premiers âges du monde, et les autres devraient paraître successivement, suivant leur degré de perfection; mais, au contraire, tous les modes différents de respiration arrivant à la fois sur la terre, on en doit conclure que ce perfectionnement progressif n'existe pas.

2° Que nous comparions entre elles les périodes croissantes ou décroissantes de développement de formes zoologiques; que nous comparions l'instant d'apparition des ordres d'animaux à la perfection de leurs organes; ou que nous prenions pour base de nos recherches comparatives les déductions physiologiques tirées du mode de respiration des animaux, nous arrivons toujours aux mêmes résultats négatifs, relativement au perfectionnement successif des êtres dans les âges du monde. Nous devons donc accepter ces résultats comme définitifs.

3° Aucune modification appréciable n'existant dans les organes de la respiration des êtres, depuis les époques les plus anciennes jusqu'à l'époque actuelle; un grand nombre de genres ayant toujours existé avec les mêmes caractères, depuis la première animalisation du globe jusqu'à présent, on doit croire que les éléments vitaux n'ont pas changé, et que les milieux d'existence sont restés les mêmes sur les continents et dans les mers.

4° Les milieux d'existence étant toujours restés les mêmes, sur les continents et dans les mers, aucun changement de ces milieux d'existence n'a pu, dès lors, influer sur l'extinction et sur le renouvellement des

(802) Nous ne parlons pas, à propos des mammifères, des animaux fossiles de Stonesfield, dont on ne connaît que les mâchoires inférieures; car, jusqu'à ce qu'on trouve d'autres pièces du squelette, nous les considérons comme des reptiles à mâchoire articulée par des condyles, plutôt que comme de véritables mammifères, entourés qu'ils sont dans les couches qui les renferment, d'ossements de reptiles seulement, et non d'ossements de mammifères. Dans tous les cas, si cette mâchoire appartient réellement aux mammifères, l'exception même disparaît pour cette classe.

faunes successives, que nous voyons se remplacer tant de fois, à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à l'époque actuelle dernière. Conclusion d'une immense portée dans l'histoire chronologique du monde ancien, et des êtres qui l'ont peuplé à toutes les époques géologiques.

§ V. — *Déductions climatologiques et géographiques comparées.*

Les considérations spéciales dans lesquelles nous sommes entré à chaque classe d'animaux, relativement aux déductions climatologiques comparées, et notamment aux mammifères, aux reptiles, aux poissons, aux céphalopodes, aux gastéropodes, aux lamellibranches, aux échinodermes et aux zoophytes, font prévoir quels doivent être les résultats généraux auxquels nous devons arriver. Quand, en effet, on scrute tous les faits partiels exposés à ces classes, on arrive à cette conclusion d'une très-haute importance en géologie : qu'aux dernières époques qui nous ont précédés sur la terre, la France, l'Angleterre, l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, l'Espagne, le Portugal, une partie de la Russie, et les mers voisines, nourrissaient une faune tout à fait tropicale et qui ne se rencontre plus aujourd'hui que sous la zone torride ; qu'enfin les zones isothermes actuelles n'existaient pas sur le globe avant notre époque. Pour prouver que ce fait n'est point une exception dans les âges géologiques, qu'il n'est point produit par le déplacement des faunes, comme quelques auteurs l'ont avancé, nous allons rassembler ici brièvement quelques-uns des faits sur lesquels nous fondons l'affirmation contraire. Parcourons, sous ce rapport, les grandes époques de l'animalisation.

A l'époque des terrains paléozoïques. Si nous cherchons quelle était la répartition isotherme des êtres d'après les connaissances actuelles, nous trouvons les résultats suivants : Pendant les étages silurien, dévonien et carbonifèrien, nous observons les mêmes genres et souvent les mêmes espèces d'animaux dans les régions chaudes de l'Amérique méridionale, en Vénézuela, en Bolivia et des deux côtés du monde.

L'hémisphère austral en montre au cap de Bonne-Espérance, aux îles Malouines, en Tasmanie, ou jusqu'au 53e degré ; l'hémisphère boréal en offre du Mississipi jusqu'au Canada, à Terre-Neuve, et jusqu'au Spitzberg et au 80e de latitude nord ; dans l'Asie Mineure, en Espagne, en France, en Angleterre, en Belgique, en Autriche, en Allemagne, et dans la Russie jusqu'à l'Oural. Cette répartition uniforme, sur le globe, des mêmes êtres dans toutes les régions, aussi bien sous la zone torride que près des pôles, fournira la preuve que les lignes isothermes de cantonnement des êtres n'existaient pas encore. Il est, de plus, à remarquer que cette faune ainsi répartie est, comparativement à ce que nous voyons aujourd'hui une faune tout à fait tropicale.

A l'époque des terrains jurassiques. Nous voyons, pendant les étages sinémurien, callovien et oxfordien, des faunes composées des mêmes genres, et surtout d'un grand nombre d'espèces identiques, et toujours avec le même caractère tropical, se montrer sur les régions chaudes, dans la province de Cutsch (Indes Orientales), au 9e de latitude nord ; dans la chaine de l'Himalaya, à Copiapo, dans la Cordillère des Andes, au 25e de latitude sud. L'hémisphère nord offre les mêmes formes animales en Asie Mineure, en Crimée, en Espagne, en Italie, en France, en Angleterre, en Allemagne et en Russie, depuis Moscou jusqu'au nord de l'Oural, ou de la zone torride jusqu'au 68e de latitude ; on voit encore la répartition uniforme à la surface du globe, et aucune ligne isotherme ne s'y dessine dans la distribution des êtres qui tous paraissent avoir dépendu de faunes des régions chaudes.

A l'époque des terrains crétacés. Nous trouvons, durant les étages néocomien, aptien et sénonien, encore les mêmes genres et les espèces identiques, toujours avec l'aspect tropical, sous la zone torride et des deux côtés du monde : dans les régions chaudes, à Santa-Fé de Bogota, au 5e de latitude nord, au Pérou, au Mexique, au nord du Chili, à Pondichéry ; au 11e de latitude nord ; à Java. L'hémisphère sud les montre au port Famine, dans le détroit de Magellan, à la Conception du Chili. L'hémisphère nord les offre en Amérique, du Texas et de la province d'Alabama jusqu'au New-Jersey ; en Afrique ; dans l'Asie Mineure ; en Europe, en Espagne, en Portugal, en Italie, en France, en Angleterre, en Allemagne et en Russie, jusqu'au 56e de latitude nord. Les résulats que présentent les terrains crétacés sont donc les mêmes que pour les terrains précédents.

A l'époque de terrains tertiaires. On voit, dans les étages suessonien, parisien, falunien et subapennin, les mêmes genres d'animaux terrestres et marins, et des espèces identiques composant des faunes tropicales bien caractérisées, sous la zone torride et des deux côtés du monde. Sous la zone torride, on les rencontre dans les cavernes du Brésil, à Payta (Pérou) sous la ligne ; dans la province de Cutsch (Indes Orientales), dans l'Himalaya. L'hémisphère austral les montre dans les pampas de Buenos-Ayres, en Patagonie, au Chili, etc. L'hémisphère boréal en offre aux États-Unis, de l'Alabama jusqu'au banc de Terre-Neuve ; en Afrique, en Asie ; en Europe, depuis l'Espagne jusqu'en Russie. Nous trouverions donc ici la même répartition indépendante des lignes isothermes actuelles que nous avons établies aux éléments zoologiques, et des faunes toujours tropicales jusque dans l'étage subapennin de l'Astezan qui nous a précédés sur la terre.

Depuis le commencement du monde animé jusqu'aux derniers étages des terrains tertiaires, on voit qu'il a toujours existé, à la surface de la terre, une répartition uni-

forme des êtres tout à fait indépendante des lignes isothermes actuelles, et que ces êtres représentaient toujours la faune tropicale la mieux caractérisée. Quand, par exemple, tous les genres d'animaux marins propres aujourd'hui spécialement à la zone torride, se rencontrent dans les étages tertiaires à Paris, à Londres, en Touraine, à Vienne, à Turin, dans l'Astezan, à Cassel, etc., etc., jusqu'au 52° de latitude, on est forcé de conclure que, lorsque ces faunes tropicales marines existaient en Europe, ces différents points jouissaient d'une température égale à la température actuelle de la zone tropicale.

Nous avons d'abord parlé avec intention des animaux marins seulement, afin de répondre à une hypothèse qui expliquerait la présence, dans les mers anciennes d'Europe, des animaux marins des régions tropicales, par l'influence de courants d'eau chaude, analogues à ceux d'eau froide que nous avons signalés sur les côtes du Pérou. Nous ne pouvons, en aucune manière, partager cette opinion, parce que les courants n'ont qu'une action partielle, restreinte, et jamais générale, tandis que nous voyons se succéder régulièrement, en Europe, dans quatre étages superposés, les mêmes faunes tropicales, ce qui prouve une action continue et non pas exceptionnelle. D'ailleurs une preuve sans réplique nous reste : Les courants d'eau chaude ou froide peuvent modifier la faune marine, mais n'ont aucune action sur les faunes terrestres voisines et contemporaines où le soleil exerce partout son action naturelle. Nous avons reconnu ce fait au Pérou dans toute sa vérité. Quelle était la faune terrestre contemporaine, en Europe, des terrains tertiaires déposés dans les mers voisines ? Elle nous montrait, en même temps que ces genres marins des régions chaudes, sur les continents, des singes, des éléphants, des girafes, des hippopotames, des tapirs, circonscrits aujourd'hui dans les régions tropicales, avec beaucoup d'êtres perdus, que leurs caractères zoologiques placent a côté de ceux-ci, comme les mastodontes, les paléothérium, les énoplothérium, etc. on peut en conclure, que les êtres marins des régions chaudes des mers tertiaires d'Europe sont bien avec les êtres terrestres de ces mêmes régions chaudes, qui complètent partout les faunes tropicales. Ainsi nul doute que, jusqu'au dernier étage qui nous a précédés à la surface du globe, l'influence de la latitude n'ait eu qu'une action très-limitée et insensible sur la répartition isotherme des faunes marines et terrestres.

En résumé, des faits qui précèdent on peut tirer trois conclusions importantes, relatives à la géologie et à la marche de l'animalisation dans les âges du monde :

1° Comme à toutes les époques géologiques, des êtres identiques de formes, appartenant à une même faune spéciale, couvraient à la fois les régions tropicales, les régions froides et tempérées des deux hémisphères, on a la certitude que ces faunes successives spéciales à chaque âge, en particulier, étaient générales sur le globe; qu'elles y ont formé autant d'époques distinctes; qu'elles ne sont pas, ainsi l'ont cru quelques théoriciens, le produit d'un déplacement successif des animaux qui les composent, au fur et à mesure de l'abaissement de la température; et enfin, qu'il n'y a pas eu non plus des centres de créations particuliers, qui se seraient déplacés d'une région à l'autre.

2° Comme nous voyons, depuis le commencement du monde jusqu'au dernier étage tertiaire, se succéder, régulièrement et partout, des faunes toujours propres aux régions chaudes, dans les mers et sur les continents, il est impossible d'attribuer à l'action de la température aucun des nombreux changements successifs des faunes qui ont existé dans les âges du globe.

3° Comme à toutes les époques du monde des faunes des régions chaudes se sont succédé régulièrement, sur les régions tropicales et sur les régions tempérées et froides, jusqu'à l'étage subapennin, le dernier des terrains tertiaires, on doit attribuer cette neutralisation de l'influence des lignes isothermes à la chaleur propre à la terre qui aurait maintenu son influence sur notre sol européen jusqu'à cette époque. Les lignes isothermes si tranchées, qui cantonnent aujourd'hui sur la terre, les êtres par zones de température, n'auraient donc commencé à se tracer qu'avec la faune actuelle, et seraient toujours les mêmes depuis la dernière création contemporaine de l'homme.

Déductions géographiques comparées. — Après tout ce que nous avons dit, aux différentes classes d'animaux terrestres, tels que les mammifères, les reptiles, et aux différentes classes d'animaux marins, tels que les poissons, les céphalopodes, les gastéropodes, les lamellibranches, etc., il ne nous reste plus qu'à nous résumer sur la distribution géographique des temps passés, comparée avec la distribution géographique actuelle des êtres sur la terre et dans les mers. Les résultats climatologiques obtenus font encore prévoir ceux que peut nous donner la distribution géographique ancienne, car ils dépendent presque des mêmes causes générales. Les animaux terrestres nous montrent, dans les dernières époques qui nous ont précédés sur la terre, comme dans les plus anciennes, une répartition géographique tout à fait différente de la répartition actuelle. On voit, en effet, des tatous, des didelphes, des crotales, des alligators fossiles en Europe, quand ils ne vivent aujourd'hui qu'en Amérique; des chevaux, des chameaux fossiles en Amérique, quand ils n'ont vécu aujourd'hui, originairement, que dans l'ancien monde. Les animaux marins, dans tous leurs détails, nous montrent des résultats identiques. Nous voyons au Monte-Bolca en Italie, en France, en Angleterre, un grand nombre de genres de poissons propres aujourd'hui seulement aux mers de l'Inde et de l'Amérique. Nous trouvons en

Europe des *nautilus*, des *harpa*, des *trigonia*, etc., etc., tandis que ces genres sont spéciaux au grand Océan. De tous les faits connus, on doit conclure que la répartition géographique des êtres fossiles, dans tous les âges du monde, n'a, pour ainsi dire, aucun rapport avec la distribution géographique actuelle; qu'elle paraît avoir presque toujours eu une complète indépendance.

PIERRES PRÉCIEUSES. *Voy.* l'*Introduction*.

PLACOIDIENS. *Voy.* Poissons.

PLANÈTES. — Nous avons vu à l'article Godefroy quelles sont les idées théoriques de ce savant sur l'état primitif de la matière. Tout ce que l'univers renferme de matière, formait à l'origine une même masse nébulaire ou gazéiforme d'une étendue telle qu'aucun calcul ne saurait nous en donner une idée. De cette prodigieuse masse, se détachent des masses secondaires sans nombre, qui s'en vont constituer des mondes et des systèmes de mondes dans l'espace sans bornes. Ces masses ainsi détachées se mettent à tourner, et, par l'effet du mouvement de rotation, elles abandonnent successivement des anneaux qui se transforment en planètes, et des planètes jaillissent ensuite des anneaux qui deviennent des satellites. C'est au fond la théorie cosmogonique de Laplace, théorie que nous avons déjà fait connaître et que nous avons réfutée au mot Laplace. M. Godefroy modifie, corrige, arrange, selon qu'il lui convient, l'hypothèse du célèbre géomètre, et finit par en faire un système aussi bizarre que téméraire. Il n'y aurait pas lieu de s'occuper de ce roman, si l'auteur ne cherchait pas à appuyer ses rêves sur le texte de la *Genèse*. Voici du reste comment l'auteur développe ses idées.

« Le vaste globe de la matière constitutive de tout notre système planétaire tournait sur lui-même, en vertu de l'impulsion primitive communiquée à la matière du ciel et de la terre par le Créateur universel. La force d'impulsion demeurant constante, le volume de ce globe ne pouvait diminuer, cette sphère immense ne pouvait se contracter, sans qu'il en résultât une augmentation, une accélération dans la vitesse de rotation. Cependant les molécules situées dans le plan de l'équateur acquéraient une force centrifuge d'autant plus grande que ce mouvement de rotation devenait plus rapide; et, quand cette nouvelle force fut enfin supérieure à leur poids ou à la force de gravité, ces particules durent se détacher de la masse moléculaire originelle, pour former successivement dans le plan de son équateur des anneaux ou des zones de vapeurs distinctes et séparées. Mais bientôt les particules de chaque anneau, se condensant et s'agglomérant sous l'influence de la force attractive autour d'un centre commun, formèrent une nouvelle masse de vapeurs, ou un nouveau sphéroïde animé d'un mouvement de rotation, qui engendra une nouvelle force centrifuge, pour produire, dans certaines circonstances, d'autres anneaux et d'autres globes à l'état de vapeurs.

« C'est ce qui résulte des principes de la mécanique rationnelle; et c'est ainsi que, dans l'hypothèse de M. Laplace, nous voyons l'atmosphère du soleil abandonner, en se refroidissant, les molécules situées à ses limites successives produites par l'accroissement de la rotation du soleil; et ces molécules former, par leur condensation et leur attraction mutuelle, d'abord divers anneaux concentriques de vapeurs circulant autour de cet astre, et ensuite des planètes à l'état de vapeurs, animés d'un mouvement de rotation dirigé dans le sens de leur révolution; et enfin un refroidissement ultérieur produire, le plus souvent, aux diverses limites de l'atmosphère de chaque planète, des phénomènes semblables, c'est-à-dire des anneaux, puis des satellites circulant autour de son centre, dans le sens de son mouvement de rotation, et tournant dans le même sens sur eux-mêmes.

« De là, *les phénomènes singuliers du peu d'excentricité des orbes des planètes et de leurs satellites, du peu d'inclinaison de ces orbes à l'équateur solaire, et de l'identité du sens des mouvements de rotation et de révolution de tous ces corps, avec celui de la rotation du soleil* (803).

« Cette mystérieuse rotation du soleil, ou plutôt la rotation originelle de la masse moléculaire de tout le système planéto-solaire, devient de la sorte la plus vive expression de la pensée du souverain Législateur.

« L'Etre infiniment parfait qui venait de créer les éléments de la matière, l'éternel géomètre qui venait d'imprimer un mouvement giratoire à la matière constitutive des divers systèmes célestes, ne signale plus son intervention divine par des moyens surnaturels. Pour parvenir à ses fins, il n'a besoin que de laisser un libre cours aux agents naturels qu'il vient de mettre en action par sa volonté toute-puissante. Aussi, l'admirable disposition de l'univers, ou la formation de tous les corps qui le composent, n'est plus, pour l'historien inspiré, que l'exécution des lois immuables établies par le Créateur au premier instant de la nature (804).

« Nous aurons bientôt occasion de revenir sur cette observation importante. Nous ne devons nous occuper ici que de la condensation effectuée au milieu des eaux de l'abîme universel de la création, et des phénomènes généraux et particuliers qui en résultent; car n'oublions pas que c'est le complément de l'œuvre du second jour de la création que nous examinons, c'est-à-dire l'opération par laquelle la matière de notre système, déjà détachée, séparée de la masse

(803) *Exposs. du système du monde*, p. 411-414.

(804) Naturam vero appello legem omnipotentis. Supremique patris, quam prima ab origine Cunctis imposuit rebus... [mundi

(Marcel Palingène, *Zodiaq. de la vie*, l. II.)

originelle, est divisée et séparée elle-même en amas distincts Suivons notre guide dans le développement de sa théorie.

« *Si toutes les molécules d'un anneau de vapeurs continuaient de se condenser sans se désunir, elles formeraient à la longue un anneau liquide ou solide. Mais la régularité que cette formation exige dans toutes les parties de l'anneau et dans leur refroidissement, a dû rendre ce phénomène extrêmement rare. Aussi le système solaire n'en offre-t-il qu'un seul exemple, celui des anneaux de Saturne. Presque toujours chaque anneau de vapeurs a dû se rompre en plusieurs masses, qui, mues avec des vitesses très-peu différentes, ont continué de circuler à la même distance autour du soleil. Ces masses ont dû prendre une forme sphéroïdique, avec un mouvement de rotation dirigé dans le sens de leur révolution, puisque leurs molécules inférieures avaient moins de vitesse réelle que les supérieures; elles ont donc formé autant de planètes à l'état de vapeurs. Mais si l'une d'elles a été assez puissante pour réunir successivement par son attraction toutes les autres autour de son centre, l'anneau de vapeurs aura été ainsi transformé dans une seule masse sphéroïdique de vapeurs, circulant autour du soleil, avec une rotation dirigée dans le sens de sa révolution. Ce dernier cas a été le plus commun : cependant le système solaire nous offre le premier cas dans les quatre petites planètes qui se meuvent entre Jupiter et Mars* (805).

« Appelons les choses par leur véritable nom; donnons au globe central de ce monde primitif et particulier, le nom qui lui convient au même titre qu'à tous les autres globes dont il se compose, et qui émanent de ce globe central émané lui-même de l'abîme universel; nommons-le aussi masse fluide, masse sphéroïdique à l'état de vapeurs, et le symbole géométrique de l'illustre auteur de l'Exposition du système du monde deviendra le véritable commentaire interprétatif de la *Genèse*. Nous comprendrons alors le sens de ces paroles mémorables : *que la condensation se fasse au centre, et qu'en se faisant elle divise les eaux de l'abîme pour constituer le ciel* (806). Alors aussi nous comprendrons pourquoi la terre n'est point nommée dans cette *préparation des cieux*. Nous comprendrons que ces eaux constituées en firmament au-dessous, ne composant encore qu'un tout absolument semblable aux autres abîmes sortis de l'abîme unique du premier jour et maintenant distribués en abîmes sphériques, nous comprendrons que ces eaux constitutives de la terre, que cette masse sphéroïdique de vapeurs ne pouvait encore être nominativement distinguée des autres masses sphéroïdiques de vapeurs *préparées pour les cieux*.

« Or, ce correctif nécessaire pour faire concorder le texte du philosophe géomètre avec celui de l'historien inspiré, n'est pas moins rigoureusement indispensable pour la concordance de ce symbole géométrique avec les données acquises sur la nature intime et la constitution physique du soleil.

« Puisqu'il résulte des hautes manifestations de la science que la constitution physique du soleil n'est pas différente de celle des nébuleuses planétaires; que sa lumière est toute superficielle comme celle des nébuleuses; qu'elle a son siége à la surface extérieure de son atmosphère; qu'une atmosphère *aérienne* s'interpose entre l'enveloppe lumineuse que nous voyons et le globe opaque du soleil, et que le soleil n'a point d'atmosphère au delà de cette enveloppe lumineuse, il est manifesté, par cela même, que le soleil n'a point commencé par être un noyau brillant qui se serait accru successivement par la condensation de son atmosphère. Il est clairement manifesté encore que les phénomènes de la condensation des zones de vapeurs abandonnées par notre nébuleuse planétaire, ne se sont point opérés aux extrêmes limites de cette nébuleuse planétaire, ou si l'on veut aux extrêmes limites de l'atmosphère du soleil. C'est-à-dire qu'il est clairement manifesté que tous les corps planétaires ont pris naissance aux limites successives d'une masse centrale plus ou moins condensée, mais déjà environnée d'une atmosphère circonscrite elle-même par une enveloppe lumineuse.

« Sans doute *les couches atmosphériques doivent prendre*, à la longue, *un même mouvement angulaire de rotation, commun au corps qu'elles environnent* (807). Mais le fluide atmosphérique est éminemment dilatable, et cette dilatation, ainsi qu'il résulte des expériences de M. Gay-Lussac, est exactement proportionnelle à la température. Or, on conçoit que sous l'empire des circonstances qui ont accompagné la formation de tout le système planétaire, la dilatation de son atmosphère primitive devait être énorme, et son degré de raréfaction presque indéfini. On conçoit dès lors que ce fluide atmosphérique, qui pouvait être plusieurs milliers de fois plus rare que l'air que nous respirons, a dû n'opposer qu'une résistance insensible au mouvement de rotation de la masse centrale. Et par conséquent on conçoit que cette atmosphère primitive, précisément à cause de son extrême rareté, ne pouvait atteindre à la rapidité du mouvement de rotation de la masse centrale, alors que l'accroissement incessant de ce mouvement, dû à une condensation toujours plus intense, faisait détacher de cette masse centrale, dans le plan de son équateur, les molécules constitutives des masses planétaires.

« On va nous objecter avec M. Laplace

(805) *Expos. du système du monde*, p. 413.

(806) Nous doutons fort que le lecteur puisse jamais deviner que cette citation soit la traduction du sixième verset du premier chapitre de la *Genèse : Dixit quoque Deus : Fiat firmamentum in medio aquarum, et dividat aquas ab aquis.* Voilà à quel point ce cosmogoniste audacieux bouleverse le texte qu'il a la prétention de concilier avec la science. Après cela il déroule une série de *nous comprendrons* et de *on conçoit*, là où l'on ne comprend et où l'on ne conçoit que de laborieuses chimères. (Jén. (de St.-Cl.))

(807) *Expos. du syst. du monde*, p. 269

que, *si les planètes avaient pénétré profondément dans cette atmosphère, sa résistance les aurait fait tomber sur le soleil*, ou pour bien dire, sur la masse centrale du système.

« Mais, quand nous disons que les planètes ont pris naissance aux limites successives de la masse centrale, ou de la partie la plus condensable de la masse moléculaire de tout le système planéto-solaire, nous n'entendons parler que de la formation des zones de matière abandonnées par cette masse centrale, aussitôt qu'elle eut été animée d'un mouvement de rotation. Tant que ces zones furent profondément engagées dans la nébulosité ou dans l'atmosphère de cette masse génératrice, elles n'ont pas cessé de composer autant d'anneaux concentriques circulant autour du centre commun de gravité. La résistance que cette atmosphère leur opposait allait sans cesse en diminuant, à mesure que son mouvement, accéléré par cette même résistance, approchait davantage de la vitesse de ces zones condensées. Ce ne fut que lorsque les couches les plus comprimées de cette atmosphère se furent rapprochées du centre de gravité, par la contraction toujours croissante de la masse centrale, et lorsque leurs couches superposées eurent acquis un mouvement angulaire de rotation moins différent de celui de ces zones abandonnées, que les phénomènes de l'attraction et du frottement mutuel des molécules de chaque anneau déterminèrent, pour chacun d'eux, la forme sphéroïdique, et un nouveau mouvement de rotation dans le sens du mouvement de translation (808).

« Qu'on ne nous oppose pas que toute ou presque toute l'atmosphère de la masse génératrice, en vertu de sa force centrifuge acquise, a dû continuer de circuler à la même distance du centre commun de gravité, sans jamais s'en rapprocher; car il ne s'agit ici que de la partie de cette atmosphère comprise dans le plan de l'équateur de cette masse génératrice. Toutes les autres parties placées sur les parallèles à cet équateur n'ont pas cessé d'appartenir au corps central, et sont venues ainsi former plus tard l'atmosphère intermédiaire du soleil : nous disons l'atmosphère intermédiaire entre le corps solaire et l'enveloppe lumineuse de sa surface; de même que la portion de cette atmosphère comprise dans le plan de cet équateur a composé les atmosphères des planètes, et sans doute aussi, mais en dernier lieu, cette zone atmosphérique à laquelle les astronomes donnent le nom de lumière zodiacale.

« Après cela nous demeurons d'accord que les globes planétaires, avec leurs atmosphères acquises, ne se sont pas formés *dans un vide parfait*; nous demeurons d'accord qu'immédiatement après son organisation définitive, chacun de ces globes, chacun d'eux successivement, opérait encore ses révolutions dans les régions supérieures de l'atmosphère de la masse centrale, les particules atmosphériques de ces régions supérieures n'ayant pas encore acquis un mouvement parfaitement égal à celui de la planète, ou parfaitement égal à leur pesanteur.

« A cet égard nous pourrions faire observer que le fluide atmosphérique devient d'autant plus rare qu'il est plus élevé au-dessus du corps qu'il environne, puisque, d'après la loi de Mariotte, il se dilate dans le rapport inverse du poids dont il est chargé, et par conséquent que ces dernières couches de l'atmosphère primitive n'ont pu opposer qu'une très-faible résistance aux planètes qui les traversaient. Mais, en supposant que la marche des planètes ait été tant soit peu entravée par la présence de ces dernières couches atmosphériques, ne peut-on pas dire que c'est à cette cause qu'il faut attribuer l'excentricité de leurs orbites et toutes les déviations de leurs mouvements ? Ces globes auront d'abord décrit des spirales, en se rapprochant du centre commun d'attraction, jusqu'à ce qu'une accélération prédominante dans les mouvements de ces dernières couches, eût établi entre leurs mouvements et le mouvement de la planète une égalité rigoureuse.

« Quoi qu'il en soit, ce que nous sommes obligé d'admettre ici pour la concordance de la théorie scientifique avec la révélation, est positivement et formellement reconnu et avoué par M. Laplace lui-même (809).

« *Dans notre hypothèse*, dit-il, *les satellites de Jupiter, immédiatement après leur formation, ne se sont point mus dans un vide parfait : les molécules les moins condensables des atmosphères primitives du soleil et de la planète, formaient alors un milieu rare dont la résistance différente pour chacun de ces astres, a pu approcher peu à peu leurs moyens mouvements*, etc. (810).

« Puisque ces satellites, après leur formation, étaient encore engagés dans les molécules les plus rares ou les moins condensables de l'atmosphère primitive de la masse originelle, leur formation s'est donc effectuée au milieu des molécules encore plus condensables de cette atmosphère; et par conséquent leur planète centrale s'était mue elle-même; et elle-même avait été formée au milieu de molécules beaucoup plus condensables encore, puisque sa formation, sa formation à l'état de vapeurs, est nécessairement antérieure à celle de ses satellites. On comprend que ce que nous disons ici de la planète de Jupiter s'applique à toutes les autres planètes de notre système.

« Après un témoignage aussi précis et aussi formel, nous ne voulons plus produire, pour constater que dans l'origine les planètes opéraient leurs révolutions dans les régions supérieures de l'atmosphère primitive du système solaire, nous ne voulons

(808) *Voyez* au mot LAPLACE la réfutation de ces scientifiques billevesées. (JÉH. (DE ST-CL.))

(809) En vérité, Monsieur Godefroy, cet *aveu* de M. Laplace est bien heureux pour la révélation. (JÉH. (DE ST.-CL.)

(810) *Exposition du syst. du monde*, p. 418.

plus produire que la toute-puissante autorité du fait astronomique présenté, dans un autre but, par le savant géomètre qui devient encore ici notre garant et notre caution.

« *Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes, elles doivent, en continuant de circuler autour de cet astre, offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de résistance sensible aux divers corps du système planétaire, soit à cause de leur extrême rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu près le même que celui des planètes qu'elles rencontrent* (811).

« Telle serait d'après M. Laplace, et telle est très-probablement *la cause jusqu'à présent ignorée de la lumière zodiacale qui paraît s'étendre au delà même de l'orbe terrestre* (812).

« Mais, si les planètes ont été formées aux limites successives de l'atmosphère du soleil par la condensation des molécules qu'elle abandonnait dans le plan de son équateur, il est impossible de concevoir que d'autres molécules abandonnées par cette même atmosphère dans les mêmes espaces planétaires, et par conséquent, dans cette hypothèse, au temps de la formation de ces planètes, aient pu ne pas s'unir entre elles ou aux planètes, aux planètes formées, toujours dans cette même hypothèse, de molécules nécessairement toutes semblables, de molécules pareillement abandonnées aux extrêmes limites de cette atmosphère du soleil. Or ce phénomène, inexplicable dans la théorie de M. Laplace, résulte naturellement de notre exposition.

« Dans cette exposition que nous déduisons du contexte génésiaque, ce fluide zodiacal n'a pu être abandonné par l'atmosphère de la masse originelle ou constitutive de tout le système planéto-solaire, qu'après la formation des planètes, c'est-à-dire lorsque les couches supérieures de cette atmosphère ou que les parties les moins condensables de notre nébuleuse eurent acquis, à leur tour, une force centrifuge égale à leur pesanteur. Jusque-là, les molécules *atmosphériques*, les molécules situées dans le plan de l'équateur universel, se rapprochant sans cesse du centre commun d'attraction, venaient fournir les éléments nécessaires à la formation des atmosphères de ces planètes, pendant que les molécules de même nature placées sur les parallèles à cet équateur universel, continuaient à se rapprocher du centre d'attraction, et entraient ainsi, comme éléments derniers, dans la composition de l'atmosphère du globe central ou du corps solaire.

« Sans doute, dans l'origine, la chaleur indispensable pour l'existence à l'état de nébulosité diffuse de toutes les parties de la matière, n'admettait la possibilité d'aucune combinaison chimique entre les molécules. Ces molécules primordiales existaient toutes mélangées et à l'état *simple*, suivant l'acception scientifique du mot. Mais tel n'était plus, le deuxième jour, l'état de la matière de l'univers solaire. Un premier dégagement de calorique dans la masse constitutive avait déterminé la condensation des vapeurs appartenant aux corps les plus réfractaires, à ceux qui exigent la plus grande quantité de calorique pour rester à l'état simple. Nécessairement cette condensation s'était opérée, et la condensation continuait à s'opérer, au centre de la sphère originelle, tant en vertu du rayonnement uniforme, qu'en vertu de la gravité et de la compressibilité qui, nécessairement encore, appelaient vers le centre les vapeurs les plus denses et les plus condensables.

« Or, cette condensation dut amener les resserrements indiqués et l'abandonnement successif des zones génératrices des planètes, longtemps avant que l'eau et les autres substances comparativement très-volatiles eussent pu perdre la moindre quantité du calorique dont elles ont besoin pour se maintenir à l'état de fluide élastique. En effet, l'immense quantité de calorique produite par la condensation de la masse centrale et des zones abandonnées, cette immense quantité de calorique qui se répandait dans l'atmosphère, ne faisait que dilater davantage ses fluides constituants, et ce ne fut qu'après l'entière condensation de ces zones abandonnées, que cette atmosphère primitive put se dépouiller de ses fluides les plus volatiles, au fur et à mesure que cette même atmosphère venait fournir les éléments nécessaires à la formation des atmosphères des planètes et du soleil, d'abord à la formation des atmosphères des planètes, et ensuite à la formation de l'atmosphère du globe central.

« Nous disons donc que la présence, dans les espaces planétaires, de ces bandes ou courants dont la direction est précisément celle de l'équateur solaire, est une preuve toujours subsistante que ce résidu atmosphérique, si improprement nommé lumière zodiacale, n'a été abandonné par l'atmosphère primitive de notre nébuleuse, qu'après la formation des planètes.

« Alors on conçoit que ces anneaux concentriques, animés, à leur entrée dans les espaces planétaires, de vitesses égales à celles des planètes, n'ont pu s'unir à ces planètes, ou plutôt à leurs atmosphères.

« On conçoit pareillement dans cette exposition, mais seulement encore dans cette exposition, que ces molécules n'ont pu s'unir entre elles pour former des sphéroïdes de révolution; car, si on comprend que les zones constitutives des planètes ont dû le plus souvent se séparer, se rompre en plusieurs masses, et dans tous les cas se liquéfier et se solidifier, on comprend aussi qu'il n'a pu en être de même pour des zones tout autrement composées, pour des zones formées de fluides élastiques permanents, qui, par leur nature, tendent à se dilater et à oc-

(811) *Expos. du syst. du monde*, p. 415, 416.

(812) *Ibid.*, p. 13 et 270.

cuper le plus grand espace possible; et l'existence de notre atmosphère à une hauteur où sa température est à très-peu près indépendante de celle du globe, explique encore pourquoi ces zones atmosphériques ne se sont point solidifiées.

« Mais, en même temps, on comprend que la substance lumineuse qui enveloppait toute la nébulosité, n'a pu abandonner les régions voisines des espaces planétaires que successivement, en raison des progrès de la concentration plus ou moins active des couches atmosphériques placées sur les parallèles à l'équateur, toujours postérieurement à la formation des planètes et de leurs atmosphères acquises.

« Ce n'est pas ici le lieu d'expliquer comment il est arrivé que cette enveloppe sidérale de l'atmosphère primitive de notre nébuleuse planétaire, n'a pas également laissé de zone lumineuse dans le plan de son équateur.

« La grande erreur, nous allions dire l'unique erreur de l'illustre auteur de la haute théorie que nous examinons, est d'avoir placé le foyer de la lumière au centre du soleil, quand les phénomènes astronomiques et les expériences physiques nous révèlent que la lumière solaire, que le fluide lumineux est tout entier relégué aux extrêmes limites, ou dans les régions les plus élevées de l'atmosphère du soleil; et, ce qui n'est pas moins décisif, quand la révélation divine nous apprend que la lumière a existé avant le soleil et avant toutes choses, et que l'organisation de la terre a précédé la formation de l'astre régulateur du jour et de la nuit.

« A la vérité, M. Laplace semble quelquefois confondre le noyau ou le corps central du soleil avec le fluide lumineux qui nous éclaire, de sorte qu'alors, dans sa pensée, le corps central n'est pas distingué de son auréole lumineuse, et son atmosphère n'est encore que l'extension de cette même enveloppe lumineuse. Mais nous savons aujourd'hui que le soleil est un corps obscur et opaque, et qu'un fluide atmosphérique, en tout semblable à l'atmosphère des planètes, s'interpose entre ce corps central et obscur, et l'enveloppe lumineuse que nous voyons.

« Il est vrai aussi que dans d'autres circonstances M. Laplace ne donne plus à cette atmosphère solaire, que les propriétés que nous connaissons à notre atmosphère et aux atmosphères des autres planètes. Ainsi il nous dit: *Un fluide rare, transparent, compressible et élastique, qui environne un corps en s'appuyant sur lui, est ce que l'on nomme son atmosphère. Nous concevons autour de chaque corps céleste, une pareille atmosphère dont l'existence vraisemblable pour tous, est, relativement au soleil et à Jupiter, indiquée par les observations* (813). Et c'est cette atmosphère solaire, semblable à l'atmosphère de Jupiter et aux atmosphères de toutes les autres planètes, c'est cette atmosphère qui maintenant *ne s'étend pas jusqu'à l'orbe de Mercure, parce que l'atmosphère ne peut s'étendre à l'équateur que jusqu'au point où la force centrifuge balance exactement la pesanteur*, c'est cette atmosphère qui a produit toutes les planètes, *en abandonnant successivement des zones fluides dans le plan de son équateur*, de même que *les anneaux de Saturne sont des zones pareilles abandonnés par l'atmosphère de cette planète* (814). Mais ce fluide rare, transparent, compressible et élastique qui environne le corps du soleil en s'appuyant sur lui, et que l'on nomme son atmosphère, ne peut rien produire de semblable, d'abord parce que ce fluide est un fluide purement atmosphérique, et ensuite parce que ce fluide ne s'appuie que sur le corps central du soleil, et qu'il sert lui-même de support à l'auréole lumineuse que nous voyons; et des expériences directes ont appris aux astronomes que l'existence d'une atmosphère extérieure *indiquée par les observations*, que cette prétendue existence d'une atmosphère au delà de l'enveloppe lumineuse du soleil ne repose que sur *les observations erronées de Bouguer*.

« Dans notre exposition, l'accélération du mouvement de rotation du soleil a une limite. Cette limite est la consolidation de sa masse centrale, consolidation qui a permis aux fluides permanents de se comprimer en s'agglomérant autour de sa surface. Dans l'hypothèse de M. Laplace, *le refroidissement resserrant l'atmosphère et condensant à la surface de l'astre les molécules qui en sont voisines*, et d'un autre côté, *l'émission continuelle du fluide lumineux*, ou de la substance du soleil, *produisant une diminution incessante dans sa masse en fusion* (815), le mouvement de rotation deviendra toujours de plus en plus rapide, jusqu'à ce que le noyau se détruise, et que ses éléments se désunissent, par l'effet de cette accélération graduelle dans la vitesse de rotation; ou bien, jusqu'à ce que les matières de la surface perdant leur fluidité par un refroidissement ultérieur, et venant à former une croûte impénétrable aux rayons de ce globe incandescent, la terre et les autres planètes soient replongées dans les ténèbres d'où la volonté de Dieu les a fait sortir.

« Heureusement les découvertes de la physique et de la chimie, en nous faisant connaître la nature du soleil et de sa lumière, viennent nous prémunir contre les craintes que pourraient nous inspirer d'aussi affreuses perspectives; et si nous sommes grandement surpris, nous ne sommes point du tout effrayé de cette assertion sentencieuse de notre auteur: *N'y eût-il dans l'espace céleste d'autre fluide que la lumière, sa résistance et la diminution que son émission produit dans la masse du soleil, doivent à la longue détruire l'arrangement des planètes; et, pour les maintenir, une réforme deviendrait sans doute nécessaire* (816). Nous

(813) *Expos. du syst. du monde*, p. 269.
(814) *Ibid.*, p. 270 et 271.
(815) *Expos. du syst. du monde*, p. 270, 393 et 411.
(816) *Expos. du syst. du monde*, p. 393.

savons en effet, aujourd'hui, que l'émission du fluide lumineux, et la diminution produite par cette émission dans la masse du soleil, sont des hypothèses purement gratuites, hypothèses qu'il n'est plus permis de soutenir depuis les brillantes découvertes des physiciens et des astronomes sur la nature de la lumière et sur la constitution physique du soleil.

« Mais M. Laplace ne voulait pas, et M. Laplace ne devait pas vouloir *qu'on pût affirmer que la conservation du système planétaire entre dans les vues de l'Auteur de la nature* (817).

« Cependant l'Auteur de la nature a donné sa parole, l'Auteur de la nature a promis aux savants comme aux ignorants, que ses ouvrages subsisteront à jamais ; que toutes les sphères célestes conserveront leurs mouvements sans interruption, sans éprouver aucun besoin, sans fatigue aucune ; que jamais un mouvement ne gênera ni ne dérangera un autre mouvement : *Ornavit in æternum opera illorum ; nec esurierunt, nec laboraverunt, et non destiterunt ab operibus suis. Unusquisque proximum sibi non angustiabit usque in æternum : Non sis incredibilis verbo illius.* (*Eccli.* XVI, 27, 28, 29.) Et la géométrie qui a embrassé dans ses formules des cycles incommensurables, a démontré que toutes les inégalités et les perturbations grandes ou petites du système planétaire sont périodiques et renfermées dans de très-étroites limites. Le célèbre Lagrange qui venait de découvrir la périodicité de ces perturbations, et, dans cette périodicité, la plus sublime des causes finales, une prévoyance qui assure à jamais la stabilité du système planétaire, Lagrange s'arrêta éperdu en reconnaissant le doigt de l'éternel Géomètre (818).»

M. Godefroy a expliqué, à l'aide de la théorie de Laplace, comment des zones de vapeurs se détachèrent de la masse primitive et déjà plus condensée de notre système solaire, et se transformèrent en masses sphéroïdiques de vapeurs, pour composer autant de planètes à l'état de vapeurs ; et comment ensuite des zones semblables se détachèrent de ces nouvelles masses centrales, pour reproduire le plus souvent les mêmes phénomènes, en donnant naissance à des planètes secondaires ou à des satellites pareillement à l'état fluide ou à l'état de vapeurs. (*Cosmog. de la Révélation*, p. 162, etc.) Cela suffit-il pour avoir des étoiles, des soleils, des planètes, des satellites ? Pas tout à fait. Il faut de plus que ces masses stellaires et planétaires se solidifient. Quel sera leur mode de solidification? Tel est le problème que se pose M. Godefroy, et voici comment il expose la difficulté et discute brièvement les idées spéculatives de MM. Laplace et Poisson sur ce point :

« Dans la théorie scientifique, les masses ainsi séparées de la masse originelle sont encore à leur état primitif de fluidité : la matière dont elles se composent ne s'est pas encore concentrée en noyaux solides ; ce sont déjà des masses sphéroïdiques, mais des masses sphéroïdiques encore à l'état de vapeurs. Et dans l'exposition de la révélation, les eaux divisées par l'action d'une force centrale n'ont encore que la dénomination qui a servi à désigner la fluidité de la matière constitutive de tous les corps de l'univers, parce que cette matière est encore à l'état de matière fluide, *fiat firmamentum in medio aquarum, et dividat aquas ab aquis.* Ce n'est qu'après que la force centrale a prédominé dans toutes les parties distinctes de la matière ; ce n'est qu'après que ces masses divisées par un premier effet de cette condensation ont acquis le degré de compression qui convient à la solidité des corps ; en un mot, ce n'est qu'après la confection entière de cette grande opération de la nature, *et factum est ita*, que l'ouvrage du deuxième jour reçoit le nom générique de ciel du firmament, *vocavitque Deus firmamentum cœlum.*

« Chez les savants du siècle comme chez l'historien de la création, c'est le même principe qui a présidé à l'organisation du ciel ou du système céleste, et à la formation des corps qui le composent La gravitation universelle n'est pas seulement le principe de cette harmonie admirable établie entre tous les corps de l'univers ; elle est encore le principe qui attache, resserre et consolide la matière de tous ces corps. Mais comment s'est opérée la consolidation de ces masses fluides ? ou, pour parler comme les savants, comment ces masses de vapeurs sont-elles devenues des masses solides ? Comment la matière gazeuse s'est-elle concentrée en noyaux solides ? Quel est en particulier le procédé suivi par la nature dans la consolidation de notre planète ?

« Les savants sont loin d'être d'accord sur ces questions capitales.

« Dans les principes de M. Laplace, la condensation a produit dans les planètes en vapeurs, comme dans tous les autres globes célestes, une liquéfaction ignée, un noyau central brillant et lumineux ; et dans cette première transformation, *la planète*, pour nous servir de ses expressions, *ressemblait parfaitement au soleil à l'état de nébuleuse* (819), ce qui veut dire que la planète était alors composée d'un *noyau brillant* que la condensation de son atmosphère *transformait en étoile.*

« Ainsi, d'après M. Laplace, à l'état de vapeurs a succédé, pour tous les globes de l'univers, un état de liquéfaction incandescente, et la solidification des planètes en ignition a commencé par la surface ; ce qui signifie encore que le globe que nous habitons est, aussi bien que toutes les autres planètes et leurs satellites, une étoile éteinte, un soleil encroûté, comme le voulaient Des-

(817) *Expos. du système du monde*, p. 393.
(818) *Cosm. de la Révél.*, p. 124 et suiv.
(819) *Expos. du syst. du monde*, p. 415.

cartes, Leibnitz, Buffon, et comme le veulent encore aujourd'hui la plupart des géologues de l'école dite plutonienne, qui enseignent que le sol sur lequel nous marchons n'est que la croûte refroidie de ce soleil des anciens temps.

Telle serait, selon ces géogénistes, la conséquence du fait de l'existence primitive de la terre à l'état de vapeurs ; et nous pouvons dire que cette hypothèse fut celle qui servit de base aux calculs de M. Laplace, lorsqu'il attribua l'accroissement de la température des lieux profonds du globe à une chaleur centrale.

Un célèbre géomètre qui a fait de l'étude de la chaleur et de ses phénomènes l'objet spécial de ses travaux, avait déjà opposé, aux partisans de la chaleur centrale, des difficultés absolument insurmontables ; difficultés que les plus zélés fauteurs de cette opinion *déclarée inadmissible*, ont laissées jusqu'ici sans réponse. En présentant, en 1837, à l'Académie des Sciences le résumé des principaux résultats de son grand travail, le physicien-géomètre a encore émis des idées bien différentes sur la formation et la constitution du globe terrestre On voit que nous voulons parler de M. Poisson, que la mort vient d'enlever « à la reconnaissance des géomètres et des astronomes. »

« L'illustre auteur de la théorie mathématique de la chaleur, raisonnant dans l'hypothèse de M. Laplace sur l'origine des corps planétaires, considère la terre et toutes les autres planètes dans leur première formation à l'état de vapeurs. Mais, au lieu de faire naître, au centre de chacune de ces masses fluides, un noyau incandescent que la condensation transforme d'abord en soleil ou en étoile, il s'appuie des expériences toutes récentes sur la solidification des gaz, pour établir que la déperdition de toute la chaleur d'origine précédait ou accompagnait la solidification des masses ; que les quantités de chaleur dégagées étaient *transportées à la surface* et que *la solidification commençait par les couches centrales* (820).

« Dans la théorie de M. Poisson, comme dans la théorie de M. Laplace, la terre était donc primitivement une masse aériforme, d'un très-grand volume par rapport à celui qu'elle a maintenant, et formée des différentes matières solides et liquides dont elle se compose aujourd'hui, et qui se trouvaient alors à l'état de vapeurs. Mais, dans la nouvelle théorie, on expose que cet état primitif de la terre était celui d'un fluide aériforme dont la densité ne peut dépasser un *maximum* relatif à son degré de chaleur, et qui se liquéfie ou se solidifie, dès que l'on augmente la pression qu'il éprouve, sans changer sa température. On expose que les molécules de la terre, indépendamment des attractions et répulsions qui n'ont lieu qu'entre les molécules voisines, et qui produisent la force élastique des fluides aériforme, égale et contraire à la pression qu'ils supportent, étaient aussi soumises à leur attraction mutuelle, en raison inverse du carré des distances ; et que de cette force il est résulté, sur toutes les couches de la masse fluide, une pression croissante de la surface au centre. *C'est cette pression croissante*, dit M. Poisson, *et non pas une température extérieure beaucoup moindre que celle du fluide, qui a réduit successivement toutes ses couches à l'état solide, en commençant par les couches centrales, et continuant de proche en proche, jusqu'à ce qu'il ne soit plus resté que les matières qui forment aujourd'hui la mer et notre atmosphère* (821).

« Chez M. Laplace, de la condensation de matière élémentaire il résulte un astre lumineux, une véritable étoile ; et si aujourd'hui la terre n'est plus qu'un soleil encroûté, la suite des siècles verra pareille métamorphose s'opérer à la surface du soleil, de cette dernière étoile de notre monde planétaire. Chez M. Poisson, cette même condensation détermine la solidification de la masse centrale, et la terre passe immédiatement de l'état de vapeurs à l'état de globe terraqué. Mais alors le soleil est lui-même un globe solide et opaque. Nécessairement les changements survenus dans les masses planétaires à l'état de vapeurs se sont reproduits avec les mêmes circonstances dans la masse solaire et dans toutes les autres masses stellaires, aussi primitivement à l'état de vapeurs (822). Si la terre est un globe solidifié, si une pression croissante de la surface au centre a réduit successivement toutes ces couches à l'état solide, en commençant par les couches centrales, le globe solaire et tous les autres globes stellaires ne doivent être et ne peuvent être que des globes solides et opaques, que des globes solidifiés comme le globe terrestre et comme tous les globes planétaires.

« Ce point de vue embrasse le champ tout entier de la création. Lorsque nous nous occuperons spécialement de la théorie de notre globe et des autres globes de l'univers (823), nous examinerons en quoi et comment les résultats offerts concordent avec ceux obtenus par les expériences et les observations directes de nos physiciens et de nos astronomes. En attendant, nous devons faire observer et nous déclarons tout d'abord que nous n'avons nullement besoin d'adopter la totalité des principes et des conséquences présentés par M. Poisson. Que toute matière gazeuse, soumise à une condensation quelconque, dégage une grande quantité de calorique, et que, comme dans le briquet pneumatique, ce calorique puisse devenir lumineux ; c'est ce que nous avons besoin d'admettre, et c'est ce que nous admettons sans restriction aucune. Mais que la terre, comme les autres globes de l'univers,

(820) *Théorie math. de la chaleur*, p. 127 et suiv. — *Mém sur la tempér. du globe*, etc.

821) *Mém. sur la tempér. du globe*, etc., p. 12. — *Voyez* aussi la *Théor. math. de la chaleur*, chap. 12.

(822) *Natura en m simplex est, semper sibi consona*.

(823) *Voyez* TERRE, SOLEIL, etc.

ait perdu toute sa chaleur d'origine, ou bien qu'elle conserve encore une quantité plus ou moins grande de cette chaleur, développée par la solidification de tout ou seulement de partie de sa masse, c'est ce que, absolument parlant, il nous importe peu de savoir, et c'est ce que d'ailleurs nous n'avons pas à examiner présentement (824). »

PLANTES FOSSILES D'OENINGEN. — Le professeur Braun, de Carlsruhe, a adressé le Catalogue des plantes fossiles trouvées dans la formation d'eau douce de cette localité. Les plantes qui y sont mentionnées ont été recueillies, pendant une longue série d'années, par les commensaux d'un monastère des environs d'OEningen et transportées, lors de la dispersion de cette communauté, au muséum de Carlsruhe, où on les voit maintenant. Il résulte de ce Catalogue que l'on trouve à OEningen des débris de plantes constituant trente-six espèces de vingt-cinq genres différents, appartenant aux familles suivantes :

Familles.	Genres.	Espèces.		Genres.	Espèces.
Polypodiacées,	2	2			
Equisétacées,	1	1	Cryptogames, en tout	4	4
Lycopodiacées,	1	1			
Conifères,	2	2	Gymnospermes,	2	2
Graminées,	1	1	Monocotylédonées,	5	5
Naïadées,	2	2			
Amentacées,	5	10			
Juglandées,	1	2			
Ebénacées,	1	1			
Tiliacées,	1	1			
Acérinées,	1	5	Dicotylédonées,	16	27
Rhamnées,	1	2			
Légumineuses,	2	2			
Dicotylédonées de familles douteuses.	4	4			

Ce tableau fait voir la prédominance des plantes dicotylédonées dans la Flore d'OEningen, et nous offre un terme de comparaison pour les plantes du lignite d'autres localités de la série tertiaire. La plupart des espèces qui y sont portées correspondent à celles du lignite de Wetteraw et des environs de Bonn.

En même temps que les végétaux dicotylédonés prédominent ainsi, quelques fragments de fougères et de graminées, et plusieurs débris de plantes aquatiques, sont les seules traces de végétaux herbacés que l'on y ait rencontrées : tout le reste se rapporte à des plantes ligneuses dicotylédonées et à des végétaux gymnospermes.

Plusieurs de ces débris consistent dans de simples feuilles isolées, tombées durant le cours naturel de la végétation. On y rencontre aussi des rameaux avec leurs feuilles, que l'on dirait avoir été arrachés par la tempête du tronc qui les soutenait, des péricarpes mûrs, et le calice persistant de plusieurs fleurs.

La plus grande partie des plantes d'OEningen, environ les deux tiers, appartiennent à des genres dont on trouve encore des représentants dans cette localité, mais elles sont d'espèces différentes et qui se rapprochent beaucoup plus d'espèces actuellement existantes dans l'Amérique du Nord que d'aucune de celles que possède l'Europe. Les peupliers fossiles offrent un exemple de cette nature.

D'ailleurs on y trouve aussi des genres qui ne font plus partie de la Flore actuelle de l'Allemagne, le genre *diospyros*, par exemple, et même d'autres qui sont maintenant étrangers à l'Europe, tels que les genres *taxodium*, *liquidambar*, *juglans*, *gleditschia*.

Si l'on en juge par les proportions de leurs débris, les peupliers, les saules et les érables sont les arbres à larges feuilles qui occupèrent le plus de place dans la Flore ancienne d'OEningen. Deux espèces fossiles très-abondantes ressemblent l'une (*populus latior*) au peuplier du Canada, l'autre (*populus ovalis*) au peuplier baume de l'Amérique du Nord.

La détermination des espèces de saules fossiles offre plus de difficultés. Il en est une (*salix angustifolia*) qui dut ressembler beaucoup à l'espèce moderne *salix viminalis*.

Une des espèces du genre érable (*acer*) peut être comparée à l'*acer campestre*, une autre à l'*acer pseudoplatanus ;* mais l'espèce la plus commune, l'*acer protensum*, paraît se rapprocher de l'*acer dasycarpon* de l'Amérique du Nord plus que de toute autre espèce. Une autre espèce qui offre des rapports avec l'*acer negundo* a reçu de M. Braun le nom d'*acer trifoliatum*. Une espèce fossile de liquidambar, le *liquidambar Europœum* (Braun), diffère de l'espèce actuelle le *liquidambar styraciflua*, en ce que les lobes plus étroits de ses feuilles se terminent en pointe plus allongée : c'est le plus ancien représentant de ce genre en Europe. On rencontre conservé le fruit de cette espèce, et il en est de même du fruit de deux espèces d'érables et d'un saule.

Le tilleul fossile d'OEningen ressemble à notre moderne tilleul à grandes feuilles (*tilia grandifolia*).

L'orme fossile semble une variété à petites feuilles de notre *ulmus campestris*.

Des deux espèces du genre *juglans*, l'une, *juglans falcifolia*, peut se comparer à l'espèce américaine *juglans nigra ;* l'autre rappelle le *juglans alba*, et appartient probablement

(824) *Cosm. de la Révél.*, p. 163, etc.

comme ce dernier à la division caractérisée par des noix à enveloppe externe déhiscente (*carya* Nuttal).

Parmi les plantes que l'on ne rencontre que rarement à OEningen est une espèce de *diospyros*, le *diospyros brachysepala*, dont le calice se montre conservé d'une manière remarquable, et laisse nettement distinguer à son centre le point d'insertion du fruit : il se distingue du *diospyros lotus* actuel de l'Europe méridionale par ses lobes plus courts et plus obtus.

Au nombre des arbrisseaux fossiles se trouvent deux espèces de *rhamnus*, dont l'une, le *rhamnus multinervis* (Braun), ressemble au *rhamnus alpinus* par la distribution des nervures de ses feuilles. L'autre espèce, qui est la plus fréquente, le *rhamnus terminalis* (Braun), peut être comparé jusqu'à un certain point, sous le rapport de la position de ses feuilles et de la distribution de leurs nervures, au *rhamnus catharticus*, mais diffère de toutes les espèces vivantes en ce que les fleurs y sont placées à l'extrémité des rameaux.

Parmi les légumineuses fossiles se voit une feuille qui ressemble beaucoup plus à celle d'un cytise frutescent qu'à celle d'aucune espèce herbacée du genre trèfle.

Au genre *gleditschia* (G. *podocarpa*, Braun) appartiennent des feuilles pennées fossiles et un grand nombre de gousses. Ces dernières paraissent n'avoir renfermé qu'une seule graine, comme celle du *gleditschia monosperma* de l'Amérique du Nord; elles sont petites, courtes et supportées par un pédicule allongé, formé par la base contractée de la gousse.

En compagnie de ces nombreuses espèces de végétaux dicotylédonés à feuilles étalées, se voient quelques espèces de conifères. Il y en a une du genre *abies*, encore indéterminée; des branches et de petits cônes d'un autre arbre de cette famille, le *taxodium Europæum* (Ad. Brongniart), ressemblent à ceux du cyprès du Japon (*taxodium Japonicum*).

Parmi les plantes aquatiques dont on rencontre des débris, se trouve un *potamogeton* à feuilles étroites, et un *isoetes* semblable à l'*isoetes lacustris* que l'on trouve maintenant dans les petits lacs de la Forêt-Noire, mais qui ne croît pas dans le lac de Constance.

L'existence des graminées à cette époque est un fait démontré par l'empreinte bien conservée d'une feuille qui ressemble à celle d'un *triticum*, tournant vers la droite, et sur laquelle on voit nettement indiquée la distribution des nervures.

On a rencontré dans la même localité des fragments de fougères ayant de la ressemblance avec le *pteris aquilina* et avec l'*aspidium filix mas*.

Les débris d'équisétacées indiquent une espèce ressemblant à l'*equisetum palustre*.

Parmi les débris en petit nombre, qui n'ont pu être déterminés, se trouvent certaines impressions, assez communes à OEningen, du calice d'une fleur à cinq divisions, offrant des nervures fort élégantes.

Jusqu'ici, on n'a encore découvert dans cette localité aucun débris de rosacées

Outre ces plantes fossiles, les couches d'OEningen renferment un grand nombre d'espèces de coquilles d'eau douce et une réunion remarquable de poissons dont nous avons déjà eu occasion de parler. La classe des reptiles y est représentée par une tortue très-curieuse et par une salamandre aquatique gigantesque (825), longue de plus de trois pieds, l'*homo diluvii testis* de Scheuchzer. On y a trouvé aussi un lagomys et un renard fossiles. (*Voy.* les *Transact. géolog. de Londres*, nouvelle série, t. III, p. 287.)

En 1835, on voyait au Muséum de Leyde une salamandre en vie, longue d'un mètre. Elle appartient à une espèce très-voisine de la salamandre fossile d'OEningen, et avait été rapportée du Japon par le docteur Siebold qui l'avait trouvée dans le cratère d'un volcan éteint au sommet d'une haute montagne. Elle dévorait avec avidité de petits poissons.

PLÉSIOSAURE, (*πλησιος, voisin, σαῦρος, lézard*). — Genre de reptiles fossiles trouvé pour la première fois en 1813 dans le calcaire de Lyme-Regis, par MM. de La Bêche et Conybeare. Le plésiosaure appartient à un genre d'animaux éteints qui par leur structure se rapprochent beaucoup de l'ichthyosaure et qui ont vécu en même temps que lui dans les époques intermédiaires de l'histoire de notre globe. La découverte de ce genre est l'une des acquisitions les plus importantes dont l'anatomie comparée soit redevable à la géologie. C'est du plésiosaure que Cuvier a dit qu'il offre la structure la plus hétéroclite et l'ensemble de caractères le plus monstrueux que l'on ait rencontré parmi les ruines de l'ancien monde (826). On y trouve la tête d'un lézard, les dents d'un crocodile, un cou d'une longueur énorme, et qui ressemble au corps d'un serpent, un tronc et une queue dont les productions sont celles d'un quadrupède ordinaire, les côtes d'un caméléon et les nageoires d'une baleine. Telles sont les combinaisons étranges de formes et de structure que présente le plésiosaure. Ses débris, après avoir été pendant des milliers d'années ensevelis dans un naufrage commun avec ceux de tant de milliers d'êtres qui peuplaient notre planète à ces époques éloignées, ont été rendus à la lumière par la géologie, et s'offrent à notre étude dans un état de conservation presque tout aussi parfait que ceux des espèces nos contemporaines.

Il paraît certain que les plésiosaures n'habitaient que des mers et des golfes peu profonds, et qu'ils respiraient l'air atmos-

(825) On l'a nommée, je crois, *andrias*.

(826) Cet habitant de l'ancien monde est peut-être le plus hétéroclite et celui de tous qui paraît le plus mériter le nom de monstre. — *Ossem. Fossiles*, in-4°, t. V, 2e partie, 476.

phérique de la même manière que les ichthyosaures et nos cétacés modernes. Déjà nous en connaissons cinq ou six espèces, dont quelques-unes atteignent une taille et un volume prodigieux ; mais nous n'étudierons ici que la mieux connue, et celle qui est peut-être la plus remarquable, le *plésiosaurus dolichodeirus* (827).

Tête. — La tête du plésiosaurus dolichodeirus offre une réunion de caractères particuliers à l'ichthyosaure, au crocodile et au lézard ; mais c'est de la tête de ce dernier surtout qu'elle se rapproche davantage. Elle est en rapport avec celle de l'ichthyosaure par la petitesse de ses narines, en même temps que par la place qu'elles occupent dans l'angle antérieur des yeux ; elle tient de la tête du crocodile par ce fait que les dents sont implantées dans des alvéoles distinctes ; mais elle diffère de l'une et de l'autre par sa forme générale et sa petitesse ; et un grand nombre de ses caractères la rapproche tout à fait de celle de l'iguane.

Cou. — Le caractère le plus extraordinaire qu'offre le reptile qui nous occupe, c'est la longueur extrême de son cou, organe qui égale presque en étendue le corps et la queue ensemble, et qui contient environ trente-trois vertèbres, c'est-à-dire plus qu'il n'y en a dans le cou du cygne, celui de tous les oiseaux chez lequel cet organe atteint la plus grande longueur. C'est là, comme on le voit, une remarquable exception à cette loi presque universelle, que le nombre des vertèbres cervicales chez les quadrupèdes est toujours peu considérable. Même chez la girafe, le chameau et le lama, le nombre en est constamment de sept; et l'on retrouve encore le type de ce nombre dans le cou si court des cétacés. Chez les oiseaux, il varie de neuf à vingt-trois, et, chez les espèces vivantes de reptiles, de trois à huit (828). Nous trouverons bientôt dans les mœurs du plésiosaure une raison probable de cette exception remarquable aux caractères normaux des lézards.

Tronc et queue. — Les vertèbres dorsales ne sont pas disposées en cônes creux, comme cela a lieu chez les poissons, mais elles s'appliquent les unes contre les autres par des surfaces presque plates, et il en résulte pour l'ensemble de la colonne vertébrale le même genre de stabilité que dans les quadrupèdes terrestres. Il en est de même du mode suivant lequel les apophyses articulaires s'appliquent les unes contre les autres, mode destiné à produire bien plutôt une grande puissance que ce genre particulier de flexibilité créé pour concourir à la progression rapide des ichthyosaures ou des poissons : aussi une progression rapide était-elle incompatible avec la structure de l'ensemble des organes chez le plésiosaure ; et tout ce qui dans son organisation tendait vers un accroissement de force était d'une bien plus haute importance que ce qui eût eu pour but la combinaison de la vitesse avec la flexibilité.

La queue, courte comme elle l'était par rapport à l'ensemble du corps, ne pouvait être, comme la queue des poissons, un organe d'impulsion puissante d'arrière en avant ; c'était plutôt un gouvernail à l'aide duquel il se dirigeait lorsqu'il nageait à la surface des eaux, ou lorsqu'il voulait s'élever ou descendre au sein de ce liquide : et quant à la lenteur des mouvements, c'est une conséquence à laquelle nous sommes encore conduits par le prolongement extrême du cou en avant des pattes antérieures. Le nombre total des vertèbres dont se compose la colonne vertébrale tout entière est d'environ quatre-vingt-dix. Cet ensemble de circonstances conduit à conclure que cet animal, malgré sa taille considérable, a dû chercher surtout dans la ruse et dans les re-

(827) C'est dans le lias de Lyme-Regis, vers 1823, que l'on a découvert les premiers échantillons appartenant à cet animal remarquable, et ils sont l'objet d'un admirable mémoire dans lequel MM. Conybeare et de la Bèche ont établi et dénommé le genre (*Geolog. Trans. Lond.*, t. V, IIe partie). Depuis on a rencontré d'autres individus dans les mêmes formations sur divers points de l'Angleterre, de l'Irlande, de la France et de l'Allemagne, ainsi que dans des formations qui appartiennent à diverses époques, depuis le muschel-kalk en s'élevant jusqu'à la craie. Le premier échantillon que l'on ait trouvé dans un état voisin de la perfection fait partie de la collection du duc de Buckingham (il est figuré dans les *Geolog. Trans. Lond.* Nouvelle série, t. Ier, IIe partie, pl. XLVIII). Il y en a un autre presque entier, long de onze pieds, dans la collection du muséum britannique. La justesse des raisonnements qu'avait faits Cuvier sur les quadrupèdes fossiles de Montmartre fut démontrée par la découverte subséquente de squelettes, tout pareils à ceux qu'il avait refaits conjecturalement à l'aide d'os isolés ; la restauration qu'a faite M. Conybeare du plesiosaurus dolichodeirus n'a pas reçu une confirmation moins éclatante de la découverte des échantillons que nous venons de mentionner.

(828) La perte de force qui résultait pour le plésiosaure de cette longueur extrême du cou était compensée par l'existence d'une série d'apophyses hastiformes qui se surajoutaient de chaque côté du corps des vertèbres cervicales. On trouve chez les oiseaux et chez les quadrupèdes à long cou des rudiments de ces apophyses diversement modifiées ; et leur forme, chez les crocodiles, approche beaucoup de ce que l'on observe chez le plésiosaure.

Le corps des vertèbres rappelle aussi beaucoup plus certains crocodiles fossiles qu'il ne rappelle les ichthyosaures ou les lézards, et ces organes ont en outre avec ceux des crocodiles ce point commun que leur portion annulaire est fixée au corps de la vertèbre par des sutures.

Ainsi le cou du plesiosaurus dolichodeirus est une combinaison du principe de construction des vertèbres du crocodile, avec un accroissement en longueur qui dépasse tout ce que l'on observe de plus extrême chez les oiseaux, et que l'on ne retrouve dans aucun autre animal connu, pas plus parmi les créations les plus anciennes que parmi les créations actuelles. La longueur de cet organe anormal est égale à presque cinq fois celle de la tête ; le tronc égale quatre fois la tête en longueur et la queue trois fois, de sorte que la tête n'a en longueur qu'un treizième du corps entier.— *Voy.* les *Transactions géol. de Londres*, t. V, p. 559, et t. Ier, nouvelle série, p. 105 et suivantes.

traites ses moyens de subsister et d'échapper à ses ennemis.

Côtes. — Les côtes se composent de deux parties, l'une vertébrale et l'autre ventrale; chacune des portions ventrales s'unit à celle du côté opposé, au moyen d'un os transversal intermédiaire, de façon que chaque paire de côte entoure le corps d'une ceinture complète formée de cinq pièces (829). Cuvier a fait remarquer le rapport qu'il y a entre ce mode de structure et celui qui présente les côtes chez les caméléons, et chez deux espèces d'iguanes (le lézard marbré, *lacerta marmorata*, Linn., et l'anolis, *anolius*, Cuv.); et la conséquence qui se présente naturellement à l'esprit, que les poumons, de même que dans ces trois genres actuellement vivants, durent être fort grands, et qu'il était *possible* que la coloration de leur peau fut soumise à des changements en rapport avec les variations dans l'intensité de leurs inspirations (830). (*Ossements fossiles*, t. V, n° part., p. 280.)

Cette opinion de Cuvier est purement hypothétique, et toute personne peu familiarisée avec l'anatomie comparée sera portée à considérer comme non moins conjecturale toute conclusion relative à des organes aussi périssables que les poumons, déduite de quelque disposition inusitée ou d'une condition insolite des appareils costaux. Cependant c'est en nous appuyant sur de semblables principes que, de la forme et des propriétés de ces côtes fossiles, nous concluons qu'elles furent en rapport, comme chez le caméléon, avec une faculté de contraction et de dilatation des poumons en dehors des règles ordinaires ; de même que, s'il nous arrivait de rencontrer la charpente délabrée d'un soufflet parmi les ruines d'une forge, nous prononcerions hardiment que ces pièces d'une plus longue durée supportaient jadis un cuir dont l'étendue était en rapport avec leurs propres dimensions.

Le mode de composition des côtes chez le plésiosaure a eu aussi probablement pour résultat de donner à cet animal la faculté de comprimer l'air dans les poumons, et d'en emporter ainsi au fond des eaux des masses réduites à un volume moindre, comme nous avons pensé que cela devait avoir lieu chez les ichthyosaures, d'après la considération de leur appareil costal.

Extrémités. — Le plésiosaure respirait l'air atmosphérique, et, pour que cette fonction fût remplie, il fallait qu'il vînt fréquemment à la surface des eaux; c'était donc une nécessité que le thorax, le bassin, et les os des extrémités antérieures et postérieures concourussent à former un appareil qui lui permît de descendre et de s'élever dans les eaux, à la manière des ichthyosaures et des cétacés. Aussi les pattes ont-elles été converties en des rames plus puissantes et plus grandes que celles de l'ichthyosaure, et propres à compenser ainsi la faible assistance que l'animal pouvait tirer de sa queue (831).

Si nous mettons les membres du plésiosaure en présence des mêmes organes chez les autres vertébrés, nous pourrons ranger tout cet ensemble suivant une série régulière de gradations, formant comme les anneaux d'une même chaîne depuis leur état le plus parfait que l'on rencontre dans les mammifères supérieurs jusqu'à leurs formes les plus imparfaites, qui se voient dans les nageoires des poissons. Les rames qui existent à la partie antérieure du corps, chez le plésiosaure, offrent toutes les parties essentielles des membres antérieurs des quadrupèdes et même des bras de l'homme; une omoplate, un humérus, un radius et un cubitus que suivent les os d'un carpe et d'un métacarpe, celui-ci terminé par cinq doigts, dont chacun se compose d'une série continue de phalanges. On retrouve dans les membres postérieurs les mêmes analo-

(829) La portion ventrale de chacune des côtes paraît composée de trois os minces appliqués les uns contre les autres au moyen de rainures obliques qui leur permettaient un mouvement d'extension considérable durant la dilatation des poumons.

(830) Nous n'avons aucun moyen de vérifier cette conjecture ingénieuse qui fait du plésiosaure une sorte de caméléon marin, doué de la faculté de faire varier la couleur de ses téguments; mais nous devons admettre qu'une faculté semblable lui eût été du plus grand avantage en lui fournissant un moyen de se soustraire plus complétement à la vue de l'ichthyosaure, son ennemi le plus formidable. Contre cet adversaire, tout combat à armes égales lui était impossible, soit à cause de la petitesse de sa tête ou de la longueur extrême de son cou; et la faiblesse de ses moyens de locomotion le mettait également dans l'impossibilité de fuir. L'agrandissement des poumons avait encore cet important avantage qu'il permettait à l'animal de venir moins fréquemment à la surface pour y respirer l'air atmosphérique, opération qui ne pouvait s'occuper sans un danger imminent, au sein des mers où fourmillaient les ichthyosaures. Le docteur Starck a dernièrement observé que certains poissons, et spécialement les vérons (*leuciscus phoxinus*), ont une tendance à prendre la couleur des vases où on les conserve. (*Proceedings zool. Soc. Lond.* juillet, 1833). Comme dans cette classe d'êtres il n'existe pas de poumons, ce changement dans les couleurs ne peut être attribué à la même cause qui d'après les opinions reçues, produit le même effet chez les caméléons.

(831) Le nombre des pièces qui correspondaient aux phalanges des doigts et des orteils excède celui que l'on observe chez les lézards et les oiseaux, et même chez les mammifères, à l'exception des baleines dont plusieurs offrent un pareil excès numérique en rapport avec l'office de nageoires qui correspond à cette disposition. Ces phalanges de plésiosaures s'articulent, comme chez les baleines, par synchondrose, et elles établissent un passage entre les phalanges de l'ichthyosaure en nombre plus grand et plus anguleuses, et celles des quadrupèdes terrestres, toujours plus ou moins cylindriques. Chez ces lézards des mers, elles étaient aplaties, dans le but d'élargir les extrémités, et d'en faire des organes de natation. Comme d'ailleurs ces rames élargies paraissent avoir été dépourvues de toute espèce d'ongles, même imparfaits, comme ceux des tortues et des phoques, il est probable que le plésiosaure n'avait partout ailleurs que dans l'eau, qu'un mouvement de progression faible ou tout à fait nul.

gies avec les organes correspondants des mammifères. Le bassin et le fémur y sont suivis par un tibia et un péroné qui s'articulent avec des os du tarse et du métatarse, et ces derniers donnent naissance à cinq doigts formés de nombreuses phalanges.

C'est en étudiant cet ensemble de caractères que M. Conybeare est arrivé aux conséquences suivantes relativement aux habitudes du plésiosaurus dolichodeirus : « C'était un animal aquatique, l'état de ses pattes le prouve jusqu'à l'évidence : il était marin; les restes auxquels on le trouve constamment associé ne sont à cet égard guère moins concluants. La ressemblance de ses extrémités avec celles des tortues conduit à penser que, comme ces dernières, il venait de temps à autre sur le rivage; mais ses mouvements sur la terre-ferme ne pouvaient qu'être dépourvus d'agilité, et la longueur de son cou était un obstacle à la rapidité de sa progression à travers les eaux, ce qui contraste d'une manière frappante avec l'ichthyosaure, si admirablement organisé pour fendre les vagues. Et comme à ces diverses circonstances il vient se joindre, en vertu du mode de respiration de l'animal, un besoin de communications fréquentes avec l'atmosphère, ne sommes-nous pas autorisés à prononcer qu'il nageait à la surface même des eaux, ou s'en éloignait peu, recourbant en arrière son cou long et flexible, à la manière du cygne, et le dardant de temps à autre pour saisir les poissons qui s'approchaient de lui? Peut-être aussi se tenait-il près du rivage, dans des eaux peu profondes, caché au milieu des végétaux marins, et portant à l'aide de son long cou, ses narines jusqu'à la surface des eaux; c'eût été là pour lui une retraite assurée contre les attaques de ses plus dangereux ennemis. D'un autre côté, cette longueur et cette flexibilité du cou, par la promptitude et la soudaineté d'attaque qu'elles lui permettaient de déployer contre tout ce qui passait à sa portée, compensaient la faiblesse de ses mâchoires et l'impossibilité d'une progression rapide au sein des eaux. » (*Geol. Trans.*, nouv. série, t. I, n° part., p. 388.)

Nous avions commencé cette histoire du plésiosaure en nous autorisant de l'opinion imposante de Cuvier, pour déclarer que c'était une des productions les plus anormales et les plus monstrueuses qui aient fait partie des anciens systèmes de création. Puis la suite nous a montré, par l'étude que nous avons faite de ses détails d'organisation, que ces anomalies apparentes ne reposaient que sur des variations dans l'arrangement ou dans les proportions de parties fondamentalement les mêmes qui concourent à former les créatures les plus parfaites du monde actuel.

Si nous poursuivons l'étude des analogies d'organisation qui unissent les habitants actuels de notre globe avec les espèces diverses et les genres éteints qui ont précédé sur cette terre notre propre race, nous voyons qu'une chaîne étroite d'affinités relie la série tout entière des êtres organisés, et resserre, dans des liens intimes et pleins d'harmonie, toutes les formes passées et présentes de la vie chez les animaux. L'ensemble même de notre propre organisation, et certains de nos organes les plus importants, nous placent dans des rapports directs et étroits avec ces reptiles qui nous semblent, au premier coup d'œil, les plus monstrueuses productions de la création; cette main, ces doigts qui écrivent leur histoire, sont un type toujours présent à mes yeux des rames natatoires de l'ichthyosaure et du plésiosaure.

Si nous venons à étendre la comparaison aux quatre grandes classes d'animaux vertébrés, chaque espèce nous apparaît avec un mode suivant lequel les parties analogues s'adaptent aux circonstances et aux conditions diverses d'existence pour lesquelles chacune de ces espèces a été créée. A partir des degrés les plus inférieurs, nous voyons l'organisation et les fonctions animales s'élever parallèlement, par une double échelle, jusqu'à ce qu'elles arrivent au point de leur plus haut développement. C'est ainsi que la nageoire du poisson devient la rame natatoire du plésiosaure et de l'ichthyosaure; celle-ci se transforme à son tour dans l'aile du ptérodactyle, de l'oiseau et de la chauve-souris, puis devient la patte antérieure des quadrupèdes destinés à se mouvoir sur la terre, et atteint son terme de développement le plus élevé dans le bras et dans la main de l'homme, être doué de raison.

Je terminerai ces observations en me servant des paroles de M. Conybeare, et, plein des sentiments qui les ont inspirées, et que partagent tous ceux qui ont été assez heureux pour le suivre dans ces recherches profondes auxquelles nous devons la plus grande partie de nos connaissances relatives au plésiosaure, je dirai comme lui :

« Toutes les fois qu'un observateur entreprend de tracer les anneaux divers dont se constitue la chaîne qui rattache entre eux les êtres organisés, ses yeux sont frappés à chaque instant par l'apparition d'analogies pleines de beautés, et chaque détail d'anatomie, si petit qu'il puisse être, se revêt de charmes et d'intérêt; car cette admirable science se présente continuellement escortée de preuves nouvelles de cette grande loi générale formulée avec tant d'élégance dans les paroles suivantes de Scarpa, l'un des hommes dont les travaux l'ont le plus illustrée : — « *Usque adeo natura, una eadem* « *semper atque multiplex, disparibus etiam* « *formis effectus pares, admirabili quadam* « *varietatum simplicitate conciliat.* »

PLINE, *ses idées sur les révolutions naturelles.* — *Voy.* GÉOLOGIE.

PLIOCÈNE (ANCIEN). *Voy.* SUBAPENNIN.

PLUIE. — Plusieurs auteurs ont donné des descriptions de gouttes de pluie fossiles. Cunningham, Hitchcock, Lyell, etc., les ont étudiées en particulier, et leurs observations ont été si consciencieuses qu'il n'est guère

permis de conserver encore quelque doute sur leur existence. M. Cunningham parle, dans les termes suivants, d'impressions et de moules de gouttes de pluie qu'il a observés dans les carrières de Storeton-Hill (Cheshire), ces mêmes carrières qui ont déjà offert des empreintes de chirothérium. « Les effets d'une pluie tombant sur des cendres très-fines du Vésuve s'y font remarquer en globules arrondis, semblables à ceux que produirait l'eau d'un arrosoir sur un parquet couvert de poussière. Même phénomène a été remarqué sur les grès de Storeton-Quarry. En certains cas, les globules sont petits et circulaires, comme s'ils eussent été produits par une pluie légère; en d'autres, ils sont plus gros, de forme moins régulière, indiquant une pluie plus violente. »

M. Lyell a décrit des empreintes semblables à des gouttes de pluie dans la vallée de Connecticut, Amérique du Nord. Ces empreintes ont été observées en plusieurs localités, à Newark, à New-Jersey, à Cabotville dans le Massachussets, à Smith's Ferry, au nord de Springfield, etc. M. Lyell est convaincu que ces empreintes sont bien réellement celles des gouttes de pluie, malgré les doutes qu'il a professés pendant longtemps sur les vues de M. Hitchcock et autres.

On se rappelle ces plaques de grès bigarré du nouveau grès rouge qui furent découvertes, il y a quelques années, par M. Ward, à Shrewsbury, en Angleterre, et dont Buckland a offert un modèle en plâtre à la Société géologique de France. On remarque, sur ces plaques de grès, des empreintes de gouttes d'eau, dans trois circonstances différentes; ici, les empreintes sont hémisphériques, elles sont formées par une pluie tranquille; là, elles sont larges et sans profondeur, ce devait être une pluie d'orage à grosses gouttes; ailleurs, elles sont dans un sens oblique, c'est un signe que la pluie qui les a laissées était accompagnée d'un vent plus ou moins violent. M. Ward a observé lui-même à Grishill-Hill (comté de Shropshire), en Angleterre, des gouttes de pluie fossiles dont l'obliquité indique que les gouttes ne seraient pas tombées perpendiculairement, mais auraient été jetées obliquement par la force du vent.

PLUIES, *leur action.* — *Voy.* ROCHES SÉDIMENTAIRES.

POISSON (M.). — Cet illustre géomètre, dans un *Mémoire sur la température de la partie solide du globe, de l'atmosphère et du lieu de l'espace où la terre se trouve actuellement*, s'est proposé de déterminer la température du globe, à une profondeur et sur une véritable donnée, d'après la quantité de chaleur solaire qui traverse la surface à chaque instant. En général, les inégalités diurnes sont insensibles à un mètre de profondeur, et les inégalités annuelles disparaissent, comme on sait, à une vingtaine de mètres. Vers le milieu de cette distance, ces dernières se réduisent à l'inégalité dont la période comprend l'année entière. Ainsi, à 6 ou 8 mètres de profondeur, la température n'offre pendant l'année qu'un maximum et un minimum arrivant à six mois l'un de l'autre, et après les époques de la plus grande et de la moindre chaleur solaire. Au delà de 20 mètres environ, la température ne peut plus éprouver que des variations séculaires que l'on n'a pas encore observées.

Sur chaque verticale, le maximum des inégalités se propage uniformément avec une vitesse qui dépend de la nature du terrain. Sous l'équateur, la température doit être à peu près constante à une profondeur beaucoup moindre qu'en tout autre lieu, résultat qui a été vérifié par des expériences directes.

Après avoir cherché l'intensité moyenne de la chaleur solaire pour un point donné du globe pendant l'année entière, et rapportée aux unités de temps et de surface, Poisson détermine la hauteur d'une couche d'eau recouvrant la surface de la terre, et dont la chaleur solaire pourrait élever la température de 1° de même que l'épaisseur d'une couche de glace que cette température pourrait fondre, c'est-à-dire environ 7 à 8 mètres. Par le rayonnement à travers sa surface, la terre envoie chaque année au dehors une quantité de chaleur égale à celle qu'elle a reçue du soleil et qu'elle a absorbée. Cet équilibre a lieu pour la surface entière du globe et à très-peu près pour chaque point en particulier.

Quoique l'influence solaire et ses variations (p. 143) ne soient plus sensibles à la profondeur de 20 mètres, cette influence ne s'arrête pas à cette limite ni à aucune autre, et, dans un temps suffisamment prolongé, elle a dû pénétrer dans la masse intérieure de la terre et jusqu'à son centre. Nous ne connaissons point les calculs qui ont conduit Poisson à cette dernière proposition, qui paraît être la base de l'idée qu'il développe plus loin; mais nous ferons remarquer qu'elle est en contradiction avec la précédente, car si l'absorption est égale seulement à l'émission, comme nous venons de le dire, on ne voit pas ce qui peut rester de chaleur pour continuer à marcher vers le centre, et les six mois que les variations annuelles embrassent, soit pour le flux de chaleur ascendant, soit pour le flux descendant, marquent nécessairement un point plus ou moins éloigné de la surface, où l'action extérieure devient nulle; la périodicité supposée exacte et inverse même du phénomène s'oppose à sa manifestation indéfinie dans un seul des sens où il se produit. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet en prenant en considération un élément important qui a été négligé.

Poisson démontre ensuite la coïncidence presque parfaite entre la température de la surface même du globe et celle que marque un thermomètre placé au-dessus de cette surface, coïncidence qui n'existe que pour les températures moyennes. Pour Paris, la température moyenne de l'air est 10°,822, et celle du sol 10°,511; mais, pour les températures de chaque instant, elles suivent des

lois très-différentes pour la surface et pour l'air.

Près de la surface, la portion de la température moyenne due à la chaleur solaire varie avec l'obliquité de l'écliptique. Cette inégalité séculaire est accompagnée, comme les inégalités diurnes et annuelles, d'une variation dans le sens de la profondeur, que l'on ne peut évaluer exactement, faute de connaître l'expression de l'obliquité en fonction du temps; mais les variations qui en proviennent ne peuvent être que pour fort peu de chose dans l'accroissement de température des lieux profonds. En attribuant, avec Fourier et de Laplace, cette augmentation à la chaleur initiale du globe, Poisson trouve qu'à la profondeur seulement de 1/100 du rayon, la température serait aujourd'hui de 2,000°, et qu'elle dépasserait au centre 200,000°; aussi s'attache-t-il, dans sa théorie mathématique de la chaleur, à démontrer les difficultés qui doivent, suivant lui, faire rejeter cette idée de l'existence actuelle de la chaleur initiale, et à faire voir que depuis longtemps la terre doit avoir perdu celle qu'elle possédait à son origine.

En partant de cette hypothèse de Laplace, que les planètes peuvent être des portions de l'atmosphère solaire, qu'elle a successivement abandonnées en se concentrant vers cet astre, les molécules de la terre, à un certain moment, se sont trouvées soumises à leur attraction mutuelle en raison inverse du carré des distances; et de cette force il est résulté, sur toutes les couches de la masse fluide, une pression croissante de la surface au centre. Vers ce même centre, elle a dû être très-grande et dépasser peut-être cent mille fois la pression atmosphérique actuelle. D'après Poisson, ce serait cette pression croissante, et non une température extérieure beaucoup moindre que celle du fluide, qui aurait fait passer successivement toutes ces couches à l'état solide, en commençant par celles du centre, et continuant de proche en proche jusqu'à ce qu'il ne soit plus resté que les matières qui forment aujourd'hui la mer et l'atmosphère. Mais cette réduction n'a pas été instantanée, et le temps qu'elle a exigé a suffi, d'après l'auteur, pour que, *eu égard à la vitesse presque infinie du rayonnement, les couches, en se solidifiant l'une après l'autre, aient dû perdre toute la chaleur développée pendant leur changement d'état, et qui s'en est échappée sous forme rayonnante, à travers les couches supérieures encore à l'état de vapeur; en sorte qu'il ne reste plus, ni à l'époque actuelle, ni depuis bien longtemps, aucune trace de cette quantité de chaleur, quelque grande qu'elle ait pu être.*

Cela posé, Poisson attribue la cause de l'élévation de température dans les lieux profonds à l'inégalité de température des régions de l'espace que la terre traverse, en s'y mouvant avec le soleil et tout le système planétaire (832). La température d'un point quelconque de l'espace est produite par la chaleur rayonnante qui vient s'y croiser en tous sens, et qui émane des différentes étoiles; or, cette température ne devait pas être la même partout, mais aussi, ne pouvant être très-différente que sur des points fort éloignés les uns des autres, on conçoit que, dans l'étendue du placement annuel de la terre, la température de l'espace sera sensiblement égale, tandis que celle des régions éloignées, que parcourt tout notre système planétaire dans son mouvement général, ne sera pas constamment la même, et toutes les planètes éprouveront des variations correspondantes de température. Mais la terre, vu la grandeur de sa masse, en passant d'un milieu plus chaud dans un milieu plus froid, n'aura pas perdu, dans la seconde région, toute la chaleur qu'elle avait prise dans la première; elle devra donc présenter, comme on l'observe en effet, une température croissante à partir de sa surface, et l'inverse aura lieu en passant d'une région froide dans une région chaude.

Sans connaître ni la grandeur ni les périodes de ces variations de température, Poisson conçoit qu'elles peuvent s'étendre jusqu'à une certaine profondeur, sans toutefois atteindre le centre. Mais ici se trouve une seconde contradiction avec la proposition que nous avons déjà combattue, savoir: que la chaleur solaire annuelle pouvait descendre jusqu'au centre de la terre. Dans cette supposition, en effet, comment refuser, toutes choses égales d'ailleurs, à une cause certainement bien plus que séculaire, un résultat que l'auteur attribue à une cause annuelle et même seulement semi-annuelle?

Pour indiquer comment ces inégalités doivent influer sur la température de la couche extérieure du globe, Poisson fait remarquer que, dans cette théorie, la température moyenne de la superficie varie avec une lenteur extrême, mais incomparablement moindre cependant que la portion de la température qui serait due à la chaleur initiale du globe, si elle était encore sensible à l'époque actuelle. De plus, cette variation est alternative et peut ainsi, dit-il, concourir à l'explication des révolutions que la couche extérieure de la terre a éprouvées. Suivant lui, la fraction de 1/30 de degré, que la surface tire aujourd'hui de la chaleur initiale, exigerait pour se réduire de moitié un laps de 1,000 millions de siècles, et que serait-ce alors pour remonter à une époque où la température aurait été assez considérable pour influencer les phénomènes géologiques? Mais on a vu précédemment que ce grand géomètre regardait la température initiale comme complétement perdue, pour une diminution de 1/60 de degré. Enfin, appliquant ses calculs à la température de l'atmosphère et à celle des espaces célestes, Poisson trouve que cette dernière est supérieure à celle des pôles de la terre, au lieu

(832) On sait que le mouvement général actuel de notre système paraît être dirigé vers la constellation d'Hercule.

de s'abaisser à 50° ou 60°, comme l'avait établi Fourier.

L'hypothèse que nous venons d'exposer, malgré le nom de son auteur et les calculs sur lesquels elle s'appuie, ne répond point aux conditions qu'exigent aujourd'hui non-seulement la géologie, mais même la physique et l'astronomie ; car elle est basée sur une série de suppositions purement gratuites. M. de la Rive (833) a d'ailleurs combattu, beaucoup mieux que nous ne pourrions le faire, quelques-uns des résultats de Poisson, et en particulier l'hypothèse finale dont s'est servi M. Renoir pour étayer la théorie des anciens glaciers (834).

Dans sa thèse présentée à la Faculté des sciences, M. Daubrée (835) s'est aussi occupé des théories et des opinions émises sur la température du globe et sur les principaux phénomènes géologiques qui paraissent être en rapport avec la chaleur propre de la terre. Il a opposé les résultats de Poisson à ceux de Fourier et à ceux de M. Pouillet ; et, sans se prononcer à leur égard, il a fait voir cependant que les hypothèses basées sur les inégalités de température des régions traversées par la terre devaient répondre à cette exigence, que la température des régions chaudes a dû être telle, qu'elle ait pu fondre toutes les roches qui composent la croûte extérieure du globe. A cet effet, il faut concevoir d'abord des parties de l'espace où un très-grand nombre de rayons stellaires viennent se croiser, comme cela, dit-il, peut avoir lieu peut-être dans la voie lactée (836); ensuite, que leur étendue soit telle, que la terre ait pu mettre plusieurs milliers d'années pour traverser cette zone torride céleste, et que sa surface ait pris une température peu différente de celle de l'espace ; et, enfin, les phénomènes géologiques doivent faire admettre que la température stellaire s'est abaissée rapidement à partir du maximum, pour arriver à une valeur qui depuis lors n'a diminué que très-lentement. Suivant M. Daubrée, l'hypothèse de Poisson et celle de Fourier, qui diffèrent totalement pour l'époque initiale de la formation de la terre, et nous ajouterons pour son mode de refroidissement, peuvent être ramenées à une sorte de concordance lorsqu'on ne remonte pas au delà du domaine de la géologie proprement dite.

Nous dirons cependant que l'hypothèse de Poisson est bien plus compliquée que celle de Fourier, puisqu'elle suppose : 1° que les molécules de la terre étaient à l'état de gaz, qu'elles sont passées à l'état liquide, puis à l'état solide, par suite de l'attraction, et cela du centre à la circonférence ; de telle sorte que le refroidissement aurait eu lieu inversement des lois ordinaires, car il est difficile d'admettre, malgré l'effet de la pression et de l'attraction, que les molécules solides du centre, à un moment donné, se soient trouvées à une température plus élevée que les molécules encore liquides et gazeuses de la surface ; 2° que le globe, complétement solidifié, a dû être emporté dans une partie de la sphère céleste, où la température était telle, que la surface a été complétement fondue jusqu'à une grande profondeur. Or, cette hypothèse n'est-elle pas bien gratuite, lorsque nous pouvons à peine apprécier la distance des étoiles même les plus rapprochées de nous? 3° enfin, il faut admettre que la température de notre système planétaire, de retour dans les régions plus tempérées ou froides, s'est abaissée de nouveau, et que c'est à partir de ce second refroidissement que commence l'ère de la géologie. Nous préférons donc la simplicité de la première hypothèse, contre laquelle les objections de Poisson ne nous semblent pas aussi fortes qu'il a pu le croire. D'ailleurs les lois de la propagation de la chaleur ou celles du refroidissement dans une masse telle que la terre, composée d'éléments divers et à divers états, ne sont pas assez connues pour conduire à une solution un peu rigoureuse, lorsqu'on tient compte de tous les éléments de la question. Si notre illustre compatriote a été effrayé du nombre d'années qu'il faudrait pour que la température initiale arrivât à l'état actuel, c'est qu'il n'a pas pu apprécier le laps de temps qui a dû s'écouler seulement pour la formation des terrains de sédiment anciens, qui atteignent jusqu'à 14,500 mètres d'épaisseur. Et qu'est-ce encore, si l'on y ajoute tous les schistes cristallins qui les ont précédés et tous les dépôts secondaires et tertiaires qui les ont suivis? Si déjà, dans le domaine de la géologie, nous n'avons que des chronomètres relatifs, et dont nous ne pouvons comparer la marche avec ceux qui marquent nos jours et nos années, au delà, à bien plus forte raison toute appréciation exacte du temps, nous est-elle rigoureusement interdite.

Nous mentionnerons ici un mémoire adressé à l'Académie des sciences par M. Ducis (837), et qui avait pour but la critique de l'opinion de Poisson, qui assignait à la limite de l'atmosphère, comme condition nécessaire, l'existence d'une couche liquide terminant la masse gazeuse, la liquéfaction de l'air devant résulter d'un froid intense, et la cou-

(833) *Bibl. univ. de Genève*, vol. LX, p. 279 et 315. Une critique de ces mêmes idées géogéniques a été publiée dans *les annales de Poggendorff*, vol. XXXIX, p. 93-100

(834) *Bull.*, vol. XI, p. 64 et 150, 1840. Dans cette note l'auteur suppose aussi que par suite de la résistance opposée aux planètes par le milieu dans lequel elles se meuvent, elles doivent tendre à se rapprocher continuellement du soleil, en décrivant des spires infiniment rapprochées, au lieu d'une courbe fermée. M. Fauverge (*Bull.*, vol. XII, p. 308) a fait voir combien était peu admissible cette hypothèse contraire aux lois connues qui régissent les corps célestes.

(835) Brochure in-8°. Paris, 1838.

(836) Ce qui serait peu probable, si, comme l'a supposé de Laplace, notre système fait partie d'une immense nébuleuse représentée par la voie lactée elle-même (*Exposition du système du monde*, vol. II, p. 402-405).

(837) Séance du 14 mars 1842. — *L'Institut*, 17 mars 1842.

che ainsi produite se maintenir d'une épaisseur suffisante pour que son poids fît équilibre à la force élastique des couches inférieures de l'air. L'argumentation de M. Ducis nous est restée inconnue, mais il est probable que son auteur ignorait les objections déjà faites à cette même opinion par M. de La Rive dans l'article que nous avons cité.

POISSON (M.), *ses objections contre les plutoniens*, — *Voy.* TERRE.

POISSONS. — L'histoire des poissons fossiles est, de toutes les branches de la paléontologie, celle à laquelle on a fait jusqu'ici le moins d'attention, par suite de l'imperfection de nos connaissances sur les poissons actuellement existants. Les retraites inaccessibles qu'ils habitent au fond des eaux rendent l'étude de leur nature et de leurs habitudes beaucoup plus difficile que de celles des animaux terrestres. La distribution de cette grande et importante classe de vertébrés est la dernière œuvre dont s'est occupé Cuvier peu de temps avant sa mort à jamais déplorable, et ses observations ont embrassé près de huit mille espèces de poissons actuellement vivantes. Il a laissé à ses habiles successeurs le soin de développer leur histoire, de les énumérer, et de dire les fonctions qu'elles remplissent dans la nature.

Ce fait, que de vastes portions de la surface de la terre se sont formées au fond des eaux, nous donne à espérer que nous rencontrerons des traces de l'existence primitive des poissons, partout où s'offrent des restes de mollusques aquatiques, d'articulés et de rayonnés. En un certain nombre de localités remarquables sont, en effet, déjà, depuis longtemps, célèbres comme offrant des dépôts de poissons fossiles (838), mais les relations géologiques de ces dépôts n'ont été que fort mal déterminées, et il règne encore la plus grande obscurité sur la nature des poissons que l'on y rencontre.

La tâche de porter remède à ce désordre a été entreprise depuis longtemps, déjà par un homme aux mains duquel Cuvier a remis les matériaux qu'il avait recueillis lui-même pour cette œuvre importante. Les savantes recherches de M. Agassiz ont déjà porté à plus de deux cents le nombre des genres connus de poissons fossiles, renfermant plus de huit cent cinquante espèces (839) et les résultats auxquels ses travaux l'ont conduit, jettent de nouvelles et importantes lumières sur l'état du globe durant chacune des grandes périodes dans lesquelles se partage son histoire. L'étude de l'ichthyologie fossile est donc d'une importance toute spéciale pour les géologues; car elle leur permet de suivre, dans la série entière des formations géologiques, toute une classe d'animaux appartenant à l'embranchement si élevé des vertébrés, et de comparer entre elles les conditions diverses d'existence par lesquelles ils sont passés en traversant les périodes successives de la formation du globe, ce que Cuvier n'a pu faire, faute de matériaux suffisants, que dans des limites beaucoup plus restreintes, et pour les seules classes des reptiles, des oiseaux et des mammifères.

Le système d'après lequel M. Agassiz a établi sa classification des poissons actuels la rend grandement applicable aux poissons fossiles; car il repose sur les caractères des téguments extérieurs, ou écailles. Ce sont là des caractères tellement sûrs, tellement constants, qu'il suffit souvent de la conservation d'une seule écaille pour que l'on puisse reconnaître le genre et jusqu'à l'espèce à laquelle appartient l'animal d'où elle provient, de la même manière qu'il suffit de certaines plumes pour faire reconnaître, à d'habiles ornithologistes, le genre et l'espèce auxquels appartient un oiseau. Une autre conséquence, c'est que la nature des téguments nous faisant connaître les relations qui existent entre les animaux et le monde extérieur, nous sommes conduits, pour les poissons, à la connaissance de ces relations par cette étude de leur système tégumentaire (840), car leurs

(838) Les dépôts de poissons fossiles les plus célèbres de toute l'Europe sont la formation houillère de Saarbruck en Lorraine, le schiste bitumineux de Mansfeld dans la Thuringe, le schiste calcaire lithographique de Solenhofen, l'ardoise bleue compacte de Glaris, le calcaire du Monte-Bolca près de Vérone, la marne d'Œningen en Suisse, et d'Aix en Provence.

Tous les essais que l'on a faits pour arriver à un arrangement systématique de ces poissons fossiles sont toujours demeurés impuissants, parce qu'on a voulu les ranger dans les familles et dans les genres actuellement existants. L'imperfection de notre classification actuelle des poissons et de toutes celles qui l'ont précédée est un fait admis par Cuvier; et ce qui prouve combien cette distribution est imparfaite en effet, c'est qu'elle n'a conduit à aucun résultat général pour l'histoire naturelle la physiologie ou la géologie.

(839) Parmi les poissons fossiles, aucun genre actuellement existant ne se rencontre dans une couche plus ancienne que la formation crayeuse. Dans la craie inférieure, il s'en trouve un, le genre fistulaire; cinq dans la craie proprement dite. Les couches tertiaires du Monte-Bolca renferment trente-neuf genres qui font partie de la création moderne, et trente-huit genres perdus. — (AGASSIZ).

(840) C'est parce que la peau traduit mieux qu'aucun autre organe les rapports d'un animal avec l'élément dans lequel il se meut, que M. Agassiz a fondé la distribution des poissons sur les caractères fournis par l'enveloppe cutanée.

Les formes et l'état des plumes et du duvet font connaître les relations des oiseaux avec l'air dans lequel ils volent, ou avec l'eau dans laquelle ils nagent ou plongent. Les fourrures, le poil, les soies, qui recouvrent la peau des mammifères sont en harmonie avec le point que ces derniers occupent de la surface terrestre, avec le climat qui y règne et les fonctions qu'ils y remplissent. Les écailles des poissons sont de même en harmonie avec la place qu'occupent les poissons et les fonctions qu'ils remplissent au-dessous de la surface des eaux

M. Burchell nous apprend que, d'après les observations qu'il a eu occasion de faire tant en Afrique que dans l'Amérique du Sud, on pourrait trouver dans les écailles des ophidiens la base d'un arrangement naturel de cet ordre de reptiles, et que l'on peut regarder comme l'un des caractères distinctifs du groupe auquel appartiennent la vipère et presque

écailles forment une sorte de squelette externe, analogue aux téguments calcaires ou cornés des animaux articulés, aux plumes des oiseaux, à la fourrure des quadrupèdes, appendices qui nous instruisent beaucoup mieux que la charpente intérieure elle-même, sur les relations de ces divers êtres avec le milieu pour lequel ils ont été créés.

Enfin, il est encore une considération qui ajoute aux avantages de cette méthode, c'est que les écailles de plusieurs poissons des époques géologiques les plus reculées étaient revêtues d'un émail qui les rendait beaucoup moins sujettes à la destruction que le squelette interne lui-même. Il arrive fréquemment que l'enveloppe écailleuse tout entière et la configuration extérieure du poisson se soient parfaitement conservées sans que l'on rencontre aucun des os qui entraient dans sa charpente intérieure. L'émail de ces écailles est beaucoup moins soluble que la substance calcaire des os (841).

Il est bien évident que toute une branche de l'histoire naturelle, nouvelle et des plus importantes, est venue se mettre au service de la géologie, le jour où l'étude des caractères des poissons fossiles s'est trouvée établie sur une base d'une application aussi générale que le système que nous venons d'esquisser. C'est un élément nouveau qui se trouve introduit dans les calculs géologiques; c'est une machine puissante, jusqu'ici demeurée sans emploi, et qui vient de nous être mise entre les mains pour faciliter nos recherches ; c'est presque un nouveau sens qui a pris place parmi nos facultés de perception géologique. — Et c'est ainsi que nous sommes conduits à ce résultat général, que les poissons fossiles se rapprochent d'autant plus des genres et des espèces actuelles qu'on les rencontre dans les dépôts tertiaires plus récents; qu'ils s'en éloignent davantage à mesure que l'on descend dans des couches d'une antiquité plus reculée; et que les couches intermédiaires sont caractérisées par des modifications inter médiaires dans leurs conditions ichthyologiques.

Enfin nous arrivons encore à cette autre conséquence que toutes les grandes variations dans le caractère des poissons fossiles paraissent s'être accomplies en même temps que les changements les plus importants qui aient eu lieu dans les autres classes fossiles, animales ou végétales, ainsi que dans la condition minérale des roches stratifiées (842).

L'esprit est grandement satisfait de l'accord qui existe entre ces conclusions et celles auxquelles les géologues ont été conduits par d'autres données. Quant aux faits de détail dont elles sont la conséquence, ils sont exposés par M. Agassiz dans un ouvrage en plusieurs volumes qui formera une suite aux ossements fossiles de Cuvier. Je prendrai, dans cet ouvrage, un petit nombre d'exemples qui font connaître quelques-unes des familles les plus remarquables des poissons fossiles.

Il paraît bien démontré qu'il n'en est pas de ces vertébrés, comme d'une grande partie des zoophytes et des mollusques, dont les changements ne s'opèrent, d'une formation à une autre, que par des degrés insensibles. On ne voit pas des genres ou même des familles se maintenir, dans plusieurs séries

tous les serpents venimeux, d'avoir une *carène*, ou crête aiguë sur chacune des écailles dorsales.

(841) M. Agassiz partage les poissons dans les quatre nouveaux ordres suivants :

1° Les PLACOÏDIENS, (de πλάξ, *plaque élargie*). Les poissons de cet ordre sont caractérisés par les plaques d'émail qui recouvrent leur peau d'une manière irrégulière. Quelquefois ces plaques sont de dimensions considérables, d'autres fois au contraire elles sont réduites à de petits points comme sur la peau chagrinée des squales, ou comme les tubercules aigus en forme de dents qui sont disséminés sur le corps des raies. Tous les cartilagineux de Cuvier, à l'exception de l'esturgeon, sont compris dans l'ordre des placoïdiens.

Les aiguillons d'émail qui couvrent la peau des squales et des roussettes ou chiens de mer sont bien connus par l'usage que l'on en fait pour user et polir le bois et aussi par leur emploi dans la fabrication du chagrin.

2° Les GANOÏDIENS (de γάνος, *splendor*, à cause du brillant de leur émail). Cet ordre est caractérisé par des écailles anguleuses composées de plaques osseuses ou cornées que revêt une lame mince d'émail. Le lépidostée gavial (*lepidosteus osseus*) et les esturgeons en font partie. Il comprend plus de soixante genres, dont cinquante sont perdus.

3° Les CTÉNOÏDIENS (κτείς, *peigne*). Les écailles de ces poissons sont dentelées ou pectinées à leur bord postérieur, comme les dents d'un peigne, formées seulement d'une lame cornée et d'une lame osseuse, sans couche d'émail qui les recouvre. La perche nous en offre un exemple bien connu.

4° Les CYCLOÏDIENS (de κύκλος, *cercle*). Les cycloïdiens ont les écailles polies, simples sur leur bord, et à sa surface supérieure souvent ornée de diverses figures, elles sont formées de couches cornées ou osseuses, et ne sont jamais revêtues d'émail. On en voit des exemples dans les harengs et dans le saumon.

Chacun de ces quatre ordres contient des poissons osseux et des poissons cartilagineux; et les espèces qui les représentent dans les formations géologiques se montrent dans des proportions diverses, suivant les diverses périodes. Les deux premiers seuls apparaissent avant la formation crétacée; le troisième et le quatrième, qui comprennent à eux seuls les trois quarts des huit mille espèces connues de poissons vivants, se montrent pour la première fois dans les couches crétacées, où disparaissent en même temps tous les genres fossiles des deux premiers ordres qui avaient existé précédemment.

(842) Les genres de poissons qui prédominent dans les couches de la série carbonifère ne se rencontrent plus après le zechstein, ou calcaire magnésien. Ceux de la série oolitique sont tous postérieurs au zechstein, et disparaissent subitement dès que commencent les formations crétacées. Les genres de ces dernières formations sont les premiers qui se rapprochent des genres actuels. Ceux des dépôts inférieurs de Londres, de Paris et du Monte-Bolca sont plus voisins que les précédents des formes que nous avons maintenant sous les yeux, et les poissons fossiles d'Œningen et d'Aix leur sont encore unis par des rapports plus étroits, bien qu'aucune de leurs espèces ne paraisse avoir échappé à la destruction.

successives de grandes formations ; mais chez les poissons fossiles les changements s'opèrent brusquement et dans des points précis de la succession verticale des couches, et rappellent les variations soudaines des reptiles et des mammifères fossiles (843). Il n'est pas une seule de leurs espèces qui ait appartenu à la fois à deux grandes formations géologiques ; pas une que l'on retrouve vivante dans les eaux de nos mers actuelles (844).

Déjà les recherches de M. Agassiz ont produit cet important résultat que l'âge de certaines formations, et leur place dans la série, dont jusqu'à lui aucun caractère n'avait pu rendre compte, ont été mis en évidence par la connaissance des poissons fossiles qui y sont contenus (845).

Poissons sauroïdes. — Les poissons voraces de la famille des sauroïdes, ou poissons lacertiformes, appellent les premiers notre attention. Leur étude est d'une haute importance pour l'histoire physiologique des poissons, car ils réunissent dans la structure de leurs parties solides et de leurs parties molles un ensemble de caractères qui leur sont communs avec la classe des reptiles. Déjà M. Agassiz a reconnu et déterminé dix-sept genres appartenant à cette famille. Leurs seuls représentants dans la création actuelle sont les deux genres lépidostée et polyptère. Le premier de ces genres renferme cinq espèces, et le second deux ; on ne les rencontre que dans les eaux douces, savoir : le genre lépidostée dans les rivières de l'Amérique du Nord, et le genre polyptère dans le Nil et dans les eaux du Sénégal (846).

Les dents des poissons sauroïdes sont sillonnées vers leur base de stries longitudinales et creusées à leur intérieur d'une cavité conique. Les os palatins sont également pourvus d'un appareil dentaire très-considérable (847).

Les dents des poissons sauroïdes les plus grands que l'on ait découverts jusqu'ici égalent par leurs dimensions les dents des plus grands crocodiles ; on les rencontre dans la région inférieure du terrain carbonifère des environs d'Edimbourg, et M. Agassiz les rapporte au nouveau genre *mégalichthys*. Toutes ces dents sont de forme extérieure à peu près conique, avec une cavité intérieure en cône creux comme on en voit chez beaucoup de sauriens, et la base en est cannelée comme celle des dents de l'ichthyosaure. Le volume prodigieux de ces organes démontre le volume énorme qu'atteignaient les poissons de cette famille, à cette époque reculée où se formaient les terrains carbonifères (848). La structure en est entière-

(843) M. Agassiz fait observer que les poissons fossiles d'une même formation offrent une plus grande variété d'espèces dans des localités éloignées les unes des autres que ne le font les coquilles ou les zoophytes des étages correspondants de la même formation. Cette circonstance, ajoute-t-il, s'explique aisément par le pouvoir de locomotion plus grand que possède cette classe d'animaux de beaucoup supérieure aux autres que nous venons de citer.

(844) Les nodules d'argile endurcie de la côte du Groenland, dans lesquelles on rencontre une espèce de poissons des mers adjacentes (le capelan du Nord, *mallotus villosus*), sont, suivant toute probabilité, des concrétions modernes.

(845) C'est ainsi que le schiste-ardoise d'Engi, canton de Glaris, en Suisse, a été pendant longtemps l'un des gisements de poissons fossiles de l'Europe les plus célèbres et les plus problématiques ; ses caractères minéraux avaient même été cause que jusqu'à ces derniers temps on l'avait rapportée à la première période de la série de transition. Or, il résulte des travaux de M. Agassiz que, parmi les nombreux poissons que ce schiste renferme, il n'en est pas un qui fasse partie d'un genre que l'on rencontre plus bas que la série crétacée ; mais que plusieurs de ces fossiles sont voisins d'espèces que l'on rencontre en Bohême dans la craie inférieure, ou *planerkalk* : et cet auteur en conclut que le schiste de Glaris est une altération de quelque dépôt argillacé subordonné aux grandes formations calcaires d'autres parties de l'Europe, probablement de la marne bleue (*gault*).

Un autre exemple de l'utilité de l'ichthyologie dans les recherches géologiques, c'est que les poissons fossiles de la formation wealdienne d'eau saumâtre prenant place dans les genres qui caractérisent la série oolitique, nous en pouvons conclure que les dépôts wealdiens sont en connexion intime avec la série oolitique qui les a précédés, tandis qu'ils sont nettement séparés des formations crétacées qui viennent immédiatement après. Il paraît en effet que ces ordres les plus élevés parmi les habitants des eaux ont éprouvé à l'origine de la formation crétacée des changements correspondant à ceux qui se sont accomplis à cette même époque dans les genres et dans les degrés inférieurs de l'animalité.

Nous pouvons citer encore, comme une preuve de cette utilité de l'ichthyologie fossile, l'identité tout récemment démontrée par M. Agassiz, d'après les caractères de leurs poissons fossiles, entre les dépôts d'eau douce d'Œningen et d'Aix en Provence, et ceux de la mollasse de la Suisse, dépôts demeurés jusqu'à lui sans détermination.

(846) Dans les poissons sauroïdes, les os du crâne sont unis par des sutures plus serrées que dans les poissons ordinaires. Les vertèbres s'articulent avec les apophyses transverses à l'aide de sutures, comme on l'observe chez les sauriens, et les côtes s'articulent également avec les extrémités des mêmes apophyses. Les vertèbres caudales sont pourvues d'os en chevron bien distincts, et l'ensemble du squelette offre une puissance et une solidité plus grandes que dans les autres poissons. En même temps encore, leur vessie aérienne, bifide et cellulaire, se rapproche des poumons par ses caractères, et on leur voit dans l'arrière-bouche une glotte pareille à celle des sirènes, des salamandres et de plusieurs sauriens. (*Voyez* le *Bulletin des séances de la Société zoologique de Londres*, octobre 1834.)

(847) Ce vaste appareil dentaire, qui revêt tout l'intérieur de la bouche de plusieurs des poissons les plus carnivores, ne paraît pas avoir servi à la mastication des aliments ; mais les fonctions étaient bien plutôt de retenir fixement les poissons glissants que formaient la proie de l'animal, et d'en assurer la déglutition. Tout homme qui a tenu entre les mains une truite ou une anguille vivante appréciera toute l'importance d'un appareil tel que celui que nous venons de mentionner.

(848) La découverte de ces dents si curieuses, en même temps que des données d'un haut prix sur la géologie des environs d'Edimbourg, ont été le résultat des recherches actives et habilement dirigées qu'a faites le docteur Hibbert durant le printemps de 1834. Le calcaire où l'on trouve ces poissons fossiles gît vers le fond de la formation carbonifère, et

ment analogue à la structure des dents du lépidostée osseux des mers actuelles.

On n'a trouvé dans le calcaire magnésien que des poissons sauroïdes de plus petite taille, et formant à peu près le cinquième du nombre total observé jusqu'ici dans la formation dont ce terrain fait partie. On rencontre dans le lias de Whitby et de Lyme-Regis de très-grands os qui proviennent de cette même famille de poissons rapaces, et les genres dont elle se compose abondent également dans toute l'étendue de la formation oolithique (849). Ils sont au contraire fort rares dans les formations crétacées, et l'on n'en a encore trouvé dans aucune couche tertiaire. Dans la création actuelle, ils sont réduits aux deux genres lépidostée et polyptère.

Cette famille des sauroïdes occupe, comme on le voit, une place importante dans l'histoire des poissons fossiles. Dans les eaux de la période de transition, ce furent eux surtout et les squales qui remplirent les fonctions de carnivores destinés à poser des limites par leur voracité à l'accroissement excessif des familles inférieures. Dans les couches secondaires jusqu'au moment où commença la craie, les ichthyosaures et autres sauriens marins prirent une part active à cette fonction importante. Dans les formations tertiaires, ces reptiles, ainsi que les poissons sauroïdes qui s'en rapprochent par leur organisation, ont disparu tout à fait pour faire place à d'autres familles rapaces beaucoup plus voisines de celles de la création actuelle (850).

Poissons des couches de la série carbonifère. — Je choisirai le genre amblyptère comme exemple de poissons dont l'existence a été restreinte aux périodes les plus anciennes des formations géologiques, et qui se distinguent par des caractères d'organisation que l'on ne retrouve plus dans aucun animal de la même classe, passé l'époque où se déposa le calcaire magnésien.

Ce genre ne se montre que dans la série carbonifère ; on en a découvert quatre espèces à Saarbruck en Lorraine (851) et il s'est également rencontré au Brésil. Le système dentaire des amblyptères ainsi que la plupart des genres de cette période reculée fait voir qu'ils se nourrissent de plantes marines déjà pourries, ou des substances animales désorganisées au fond des eaux. Ces dents sont petites, nombreuses et serrées les unes contre les autres comme les poils d'une brosse. La forme du corps n'est point disposée pour une progression rapide, ce qui est tout à fait en rapport avec de telles habitudes.

La colonne vertébrale se continue dans le lobe supérieur de la queue, lequel est beaucoup plus développé que le lobe inférieur. Cette disposition avait pour résultat de maintenir le corps dans une position inclinée avec la tête plus rapprochée du fond.

Parmi les poissons cartilagineux actuels, on voit dans les esturgeons et dans les squa-

il est rempli de coprolithes provenant probablement de ces mêmes espèces qui vivaient de rapine. On y trouve aussi des fougères en abondance et d'autres plantes qui appartiennent à la formation carbonifère, ainsi que des restes du genre cypris, crustacés que l'on n'a jamais rencontrés que dans les eaux douces. Ces diverses circonstances, réunies à l'absence des polypiers et des encrinites, ainsi que de toute espèce de coquilles marines rendent probable l'opinion que ce dépôt se serait formé dans un lac d'eau douce ou dans l'embouchure d'un fleuve. On l'a rencontré dans plusieurs points distants entre eux de l'étage inférieur de la formation carbonifère des environs d'Edimbourg.

Le docteur Hibbert a publié dans les *Transactions de la Société royale d'Edimbourg*, tome XIII, une description fort intéressante des découvertes qui ont été faites depuis peu dans le calcaire de Burdie-House.

Dans ce mémoire, sont figurées aussi quelques grandes écailles fort curieuses trouvées à Burdie-House avec les dents du mégalichthys, et que M. Agassiz attribue à ce poisson. On en a signalé de pareilles en divers points du terrain houiller d'Édimbourg, et aussi dans la formation houillère de Newcastle-on-Tyne. Le Muséum de Leeds possède les seuls échantillons qui existent de têtes appartenant à deux poissons semblables, et un fragment du corps recouvert de ses écailles, qui ont été rencontrés dans le terrain houiller des environs de cette ville.

Sir Philip Grey Egerton a trouvé tout récemment des écailles de mégalichthys, en même temps que des dents et des ossements de quelques autres poissons, avec des coprolites, dans la formation carbonifère de Silverdale, près de Newcastle-under-Line. On trouve en ce point une couche schisteuse qui renferme trois espèces de coquilles du genre Unio,

avec des rognons de fer agileux, et diverses plantes.

(849) Le genre *macropome* est le seul de cette même famille que l'on ait jusqu'ici trouvé dans la craie de l'Angleterre.

(850) Les découvertes qui ont été faites par le professeur Sedgwick et par M. Murchison dans le schiste bitumineux de Caithness (*Transactions géologiques de la Société royale de Londres*, nouv. série, t. III, 1re partie), et celles du docteur Traile dans le même schiste à Orkney, ont jeté beaucoup de lumière sur l'histoire des poissons du vieux grès rouge des étages inférieurs de la série carbonifère. Le docteur Fleming a fait aussi des observations importantes sur les poissons du vieux grès rouge de Fifeshire. M. Murchison a découvert tout récemment des poissons dans le même terrain à Salop et dans le comté d'Hereford. Par les circonstances générales de leur histoire, ces poissons ressemblent à ceux de la série carbonifère ; mais leurs détails d'organisation offrent plusieurs particularités des plus intéressantes.

(851) Les poissons que l'on trouve à Saarbruck sont ordinairement renfermés dans des masses arrondies d'un minéral de fer argileux qui constituent des nodules dans les couches d'un schiste houiller bitumineux. Lord Greenok a découvert tout récemment des échantillons pleins d'intérêt, tant du genre amblyptère que d'autres genres de poissons. Dans la formation houillère à Newhaven et à Wardie, près de Leith. Le rivage de Newhaven est parsemé de nodules de minerai ferrugineux détaché par la mer des couches schisteuses de la formation houillère. Plusieurs de ces galets ont pour noyau central un amblyptère ou quelque autre poisson fossile ; et un beaucoup plus grand nombre contient des coprolithes provenant, selon toute apparence, d'une espèce vorace du genre pygoptère qui se nourrissait de poissons plus petits

les la colonne vertébrale se prolonger pour former le lobe supérieur de la nageoire caudale. Les esturgeons paraissent avoir spécialement pour fonctions de nettoyer la mer de ses immondices. Leur bouche, molle et dépourvue de dents, est susceptible de s'allonger et de se raccourcir, et ils paraissent en tirer parti pour se nourrir de végétaux ramollis par la putréfaction et de débris animaux qu'ils trouvent sur le fond des mers. Ils ont donc continuellement occasion de donner à leur corps cette position inclinée que prenaient les poissons maintenant fossiles qui, à en juger par la faiblesse de leurs dents en velours et la disposition qu'elles affectent, se nourrissaient de même de substances molles placées dans des conditions analogues (852).

Les squales emploient encore leur queue à un autre usage, ils s'en servent pour renverser leur corps, afin de mettre en contact avec la proie leur bouche située en dessous de la tête. C'est ainsi que nous trouvons dans chaque animal quelque disposition ayant pour but de donner à la tête la position où elle peut s'acquitter avec le plus d'aise et de promptitude de ses fonctions importantes dans l'acte de la nutrition (853).

Poissons du calcaire magnésien ou zechstein. — Les poissons du *zechstein*, de Mansfeld et d'Eisleben, sont connus depuis longtemps et sont devenus communs dans toutes les collections. M. Agassiz en a figuré plusieurs espèces. Le professeur Sedgwick en a généralement décrit et figuré des échantillons trouvés dans le calcaire magnésien du Nord de l'Angleterre. Il établit dans son *Mémoire*, à la page 99, que si l'on en juge d'après les polypiers et les encrinites ainsi que d'après quelques espèces de productus, d'arches, de térébratules, de spirifères, que l'on y rencontre, on peut prononcer que le calcaire magnésien se rapproche bien davantage de la série carbonifère par ses caractères zoologiques, que des formations calcaires supérieures au nouveau grès rouge. Cette conclusion est tout à fait d'accord avec celle que M. Agassiz a déduite des caractères fournis par les poissons fossiles du terrain dont il s'agit.

Poissons du calcaire conchylien (muschelkalk), du lias et de la formation oolithique. — Parmi les poissons du calcaire conchylien, il y en a qui appartiennent en propre à cette roche et d'autres qui lui sont communs avec le lias et l'oolithe. On a décrit le genre gyrodus, de la famille des pycnodontes ou poissons à dents épaisses, famille qui s'est considérablement multipliée durant le moyen âge de la chronologie géologique. On reconnaît cinq genres de cette famille éteinte. Ils ont pour caractère principal l'armature particulière qui revêt tout l'intérieur de leur bouche comme d'une sorte de pavé formé par des dents épaisses, cylindriques et aplaties, dont les débris, connus sous le nom de bufonites, se rencontrent en abondance dans toute l'étendue de la formation oolitique. Cet appareil singulier était destiné à écraser les petites coquilles et les petits crustacés, et aussi à broyer les herbes marines déjà putréfiées. On voit donc que les habitudes de cette famille de pycnodontes ont dû être celles de poissons omnivores, et les animaux qui la composent n'ont dû être doués que d'une progression lente (854).

Les lépidoïdes sont une autre famille de ces poissons singuliers du monde ancien, qui abonde dans la série oolithique ou jurassique; ils sont encore plus remarquables que les pycnodontes par leurs énormes écailles osseuses rhomboïdales, épaisses et recouvertes d'une forte couche d'émail. Le dapédium du lias présente des écailles de cette sorte bien connues des géologues. Elles offrent à leur bord supérieur une apophyse rappelant la saillie du bord supérieur d'une tuile, et destinée à se loger dans une cavité pratiquée au bord inférieur de l'écaille qui la recouvre. Tous les poissons ganoïdiens de chacune des formations antérieures à la craie étaient enveloppés d'une semblable cuirasse d'écailles osseuses recouvertes d'une couche d'émail, et s'étendant depuis la tête jusqu'aux rayons de la nageoire caudale (855). On n'a découvert dans la série

(852) Durant le siége de Silistrie, on observa que les esturgeons du Danube dévoraient avec avidité les corps putréfiés des soldats turcs et russes qui avaient été jetés dans le fleuve.

(853) On observe ce développement remarquable du lobe supérieur de la queue dans la plupart des poissons provenant du calcaire magnésien et des terrains situés au-dessous. Mais dans les terrains supérieurs à ce calcaire, tous les poissons ont la queue régulière et symétrique. On voit dans quelques poissons osseux de la période secondaire le lobe supérieur de la queue en partie recouvert d'écailles; mais ce lobe est en même temps dépourvu de vertèbres. Les téguments, dans tous les poissons organisés de cette sorte, sont formés par des écailles rhomboïdales osseuses recouvertes d'une lame d'émail.

On n'a encore trouvé jusqu'ici aucune espèce de poisson qui soit commune au groupe carbonifère et au calcaire magnésien; mais il est des genres qui s'étendent à la fois à ces deux formations, tels que les genres palæoniscus et polyptère.

(854) On rencontre un appareil semblable dans une famille actuellement existante de l'ordre des cycloïdes, chez l'espèce moderne omnivore le loup de mer (*anarrhicas lupus*), et chez d'autres poissons appartenant à des familles différentes. A ce sujet, M. Agassiz a fait observer que c'est un fait commun dans la classe des poissons que de voir se reproduire des conditions à peu près identiques du système dentaire dans des familles qui diffèrent par les autres points de leur organisation.

(855) Les pycnodontes, aussi bien que les sauroïdes fossiles, ont des écailles recouvertes d'émail; mais c'est dans les lépidoïdes que des écailles de cette nature se montrent développées. M. Agassiz a déterminé près de deux cents de ces espèces fossiles cuirassées. Cette armure, qui entourait le corps d'une portion si considérable des poissons que l'on rencontre dans les formations antérieures aux dépôts crétacés, dut avoir pour utilité de protéger leurs corps contre l'action des eaux, alors d'une température plus élevée, et sujette à des variations brusques que ne pourraient supporter nos poissons

crétacée qs une ou deux espèces recouvertes d'une semblable armure, et trois ou quatre dans les formations tertiaires. Les deux genres lépidostée et polyptère sont les seuls parmi les poissons du monde actuel qui offrent ce mode de conformation de l'enveloppe écailleuse.

Il n'est pas un seul genre de ceux que l'on a rencontrés dans la série oolitique qui existe encore à l'époque actuelle. Au contraire, les poissons qui abondent le plus dans la formation wealdienne font tous partie de genres qui prédominaient dans la période oolitique (856).

Poissons de la formation crétacée. — Les derniers et les plus remarquables de tous les changements qui ont eu lieu dans le caractère des poissons se sont accomplis à l'époque où ont commencé les formations crétacées. Les genres des deux premiers ordres (placoïdiens et ganoïdiens) qui ont rempli exclusivement toutes les formations jusqu'à la fin de la série oolitique, disparaissent subitement et sont remplacés par des genres appartenant à deux ordres nouveaux, les cténoïdiens et les cycloïdiens, qui apparaissent alors pour la première fois. Près des deux tiers de ces derniers sont aussi maintenant éteints, mais ils se rapprochent beaucoup plus des poissons de la série tertiaire que des espèces antérieures à la formation de la craie.

Si l'on compare les poissons de la craie avec ceux de la formation tertiaire du Monte-Bolca, qui est, de toutes les formations tertiaires, la plus ancienne, on verra qu'aucune espèce n'est commune à ces deux terrains, mais que quelques genres existent à la fois dans l'un et dans l'autre (857).

Poissons des formations tertiaires. — Dès que nous entrons dans l'étude des terrains stratifiés tertiaires, nous voyons s'accomplir, dans les caractères des poissons fossiles, d'autres changements non moins considérables que ceux qui nous sont offerts par les coquillages fossiles.

Les poissons du Monte-Bolca appartiennent à la période éocène : ils sont bien connus par les figures de l'*ictyologia veronese* de Volta, et par celles de l'ouvrage de Knorr. Une moitié de ces poissons environ appartient à des genres éteints, et il ne s'y rencontre aucune espèce qui existe maintenant à l'état vivant. Toutes sont marines, et les espèces dont elles se rapprochent le plus, par leur forme, vivent actuellement entre les tropiques (858)

C'est également a cette première période des formations tertiaires qu'appartiennent les poissons de l'argile de Londres. Beaucoup de ceux que l'on trouve à Sheppy, sans être identiques avec ceux du Monte-Bolca, s'en rapprochent cependant beaucoup. Les poissons du Liban sont également de cette époque, à laquelle M. Agassiz rapporte aussi ceux du gypse de Montmartre qu'il regarde, contrairement à l'opinion de Cuvier, comme appartenant tous à des genres détruits.

Tous les auteurs ont rapporté les poissons d'OEningen à quelque dépôt lacustre local d'une époque récente. M. Agassiz les regarde comme appartenant à la seconde période des formations tertiaires, contemporaine de la mollasse de la Suisse et du grès de Fontainebleau. Parmi les dix-sept espèces éteintes que l'on y rencontre, une seulement est d'un genre étranger à l'Europe, et toutes appartiennent à des genres actuellement existan

On trouve dans le gypse d'Aix quelques espèces appartenant à l'un des genres perdus du gypse de Montmartre, mais elles font partie pour la plupart de genres que nous retrouvons dans la création actuelle. M Agassiz regarde cette formation comme à peu près contemporaine des dépôts d'OEningen.

Ce que l'on connaît des poissons du *crag* de Norfolk et de la formation subapennine supérieure conduit à les regarder comme appartenant à des genres maintenant communs dans les mers tropicales, mais à des espèces détruites.

Familles des squales. — Cette famille, l'une des plus universellement répandues et l'une des plus voraces parmi celles qui peuplent les mers actuelles, n'occupe pas une place moins importante dans l'histoire de la géologie il n'est pas une période où l'on ne

actuels, recouverts, comme ils le sont, d'une peau molle ou de téguments sans continuité, tels que des écailles membraneuses et cornées.

(856) Les plus remarquables sont les genres lepidotus, pholidophorus, pycnodus et hybodus.

(857) Nous avons déjà dit que le dépôt remarquable de poissons fossiles d'Engi, canton de Glaris, a été rapporté par M. Agassiz à la partie supérieure du système crétacé. Parmi les genres que l'on rencontre dans ce dépôt, il y en a plusieurs qui sont complétement identiques avec ceux de la craie inférieure de Bohême et de la craie de Westphalie; d'autres s'en rapprochent beaucoup. (*Voyez* Léonhard et Bronn, *Neues Jahrbuch*, 1834.) Ainsi, quoique les caractères minéraux du schiste de Glaris semblent lui assigner une haute antiquité, cette formation est à peu près du même âge que le gault ou *speeton clay* de l'Angleterre. Ce sont les mêmes altérations dans les caractères minéralogiques, qui donnent à plusieurs formations secondaires et tertiaires des Alpes l'apparence d'une ancienneté qu'elles n'ont réellement pas.

Les poissons de la craie supérieure sont ceux que l'on connaît le mieux, et on en est redevable aux nombreux et magnifiques échantillons qui ont été découverts à Lewes par M. Mantell, et que ce savant a figurés dans ses ouvrages. Ces échantillons sont dans un état de conservation dont on n'a pas d autres exemples. Il en est un (du genre macropoma) dans la cavité abdominale duquel se voient l'estomac et des coprolites conservés entiers et dans leur position naturelle.

(858) M. Agassiz a distribué de nouveau ces poissons dans 127 espèces toutes éteintes, formant 77 genres, dont 38 sont maintenant perdus, et dont 39 se retrouvent encore dans la création actuelle. Ces derniers genres comprennent 81 des espèces fossiles du Monte-Bolca, et les premiers 46 espèces, et c'est dans cette dernière formation qu'apparaissent pour la première fois les 39 de ces genres qui existent encore à l'heure présente.

rencontre plusieurs formés qui la représentent. Les géologues trouvent fréquemment des dents de plusieurs sortes qui se font remarquer par leur grandeur et la beauté de leur émail, et dont quelques-unes rappellent par leur forme extérieure une sangsue contractée. On les désigne ordinairement sous le nom d'os palatins ou palais. Comme d'ailleurs ces dents sont presque toujours isolées, elles n'offrent que peu d'indices à l'aide desquels on puisse reconnaître de quels animaux elles proviennent.

Dans les mêmes couches on rencontre aussi de grandes épines osseuses armées de piquants sur un de leurs bords et ressemblant à des dents recourbées. Longtemps on a regardé ces corps comme des mâchoires avec leurs dents, et c'est depuis peu seulement que l'on a constaté que c'étaient des rayons épineux dorsaux ; et comme on a été porté à penser qu'elles servaient d'armes défensives ainsi que les rayons dorsaux des genres baliste et silure, on les a désignées sous le nom d'ichthyodorulites.

M. Agassiz, après de longues recherches, rapporte tous ces corps à des genres éteints de la grande famille des squales qu'il partage en trois sous-familles, dont chacune contient des formes d'existence propres à certaines époques géologiques et dont les changements sont simultanés avec les autres grands changements qui ont eu lieu dans les débris fossiles.

La première et la plus ancienne de ces sous-familles, celle des *cestracions*, commence en même temps que les couches de transition, et ne manque dans aucune des formations suivantes jusqu'au commencement de la série tertiaire. Elle n'a plus qu'un seul représentant parmi les espèces actuelles le *cestracion Philippi*, ou squale du Port-Jackson.

La seconde famille, celle des *hybodons*, commence avec le *muschelkalk* et peut-être avec la formation houillère ; puis elle se montre dans tout le cours de la série oolitique pour ne disparaître qu'à l'époque où commence la craie.

Enfin la famille des *squaloïdes* ou squales vrais commence avec la formation crétacée, traverse toute la période tertiaire pour arriver jusqu'à la création actuelle dans laquelle elle se continue (859).

Rayons épineux fossiles ou ichthyodorulites. — Les rayons dorsaux du squale du Port-Jackson jettent d'importantes lumières sur l'histoire des rayons épineux fossiles ; c'est d'après eux, en effet, que nous pouvons rapporter à des genres et à des espèces éteintes de cestracions ces corps fossiles si communs et pourtant si mal expliqués, qui ont été désignés sous le nom d'ichthyodorulites. Quelques-unes des espèces actuelles de squales ont à leur nageoire dorsale des épines *cornées* lisses. L'espèce que nous venons de citer est la seule qui ait une épine osseuse armée à son bord concave d'aiguillons ou de dents crochues semblables à celles que l'on observe sur les ichthyodorulites fossiles. Ces aiguillons formaient des points de suspension et d'attache à l'aide desquels la nageoire dorsale était attachée à l'épine osseuse qui lui imprimait un mouvement régulier d'élévation et d'abaissement propre à rendre plus facile le mouvement rotatoire du corps que doivent exécuter les squales. Cette épine remplissait ainsi les fonctions de ces mâts mobiles qui servent à élever et à abaisser les voiles de certaines petites barques.

Le squale épineux commun (*spinax acan-*

(859) Les *cestracions* sont caractérisés par de grandes dents pourvues d'émail, polygonales et obtuses, qui recouvrent l'intérieur de la bouche comme une sorte de pavé en marqueterie. Il y a quelques espèces chez lesquelles chaque mâchoire ne porte pas moins de soixante de ces dents. La facilité avec laquelle se détruisent les os cartilagineux auxquels elles sont fixées est cause qu'on les rencontre rarement réunies à l'état fossile, et c'est ce qui fait aussi que les aiguillons et des dents isolées sont les seules preuves qui nous restent de l'existence passée de ces espèces éteintes. On en voit en abondance dans toutes les couches depuis la série carbonifère jusqu'à la craie la plus moderne.

La seconde division de la famille des squales, celle des *hybodons*, commença probablement avec la formation houillère ; elle fut prédominante pendant le temps que dura le dépôt de toutes les couches secondaires inférieures à la craie. Les dents de cette division sont intermédiaires entre les dents émoussées, polygonales et propres à écraser qui caractérisent la sous-famille des cestracions, et les dents polies et à bords tranchants des squaloïdes ou squales vrais, que l'on ne rencontre pas avant le commencement des formations crétacées. Elles se distinguent de ces dernières dents par les replis des deux surfaces externes de leur émail. On rencontre en abondance dans l'ardoise de Stonesfield et dans la formation wealdienne des dents striées qui proviennent de cette même famille.

Un autre genre de cette section des hybodons, le genre onchus, se rencontre aussi dans le lias de Lyme-Regis.

Les poissons fossiles de la famille des *squaloïdes* offrent tous les caractères des vrais squales. On commence à les trouver seulement dans les formations crétacées, et ils se continuent pendant toute la durée des dépôts tertiaires, jusqu'à notre époque actuelle. Les dents de cette division sont constamment lisses à leur surface externe, et quelquefois plissées à leur surface interne ; ce qui s'observe de même dans plusieurs espèces vivantes. En outre, ces dents sont plates et taillées en forme de lancette, avec un bord tranchant qui, dans plusieurs espèces, est découpé en fines dentelures. Cette sous-famille de squaloïdes est la seule dont les espèces abondent dans les formations tertiaires.

La solidité extrême et l'aplatissement des dents chez les deux sous-familles (cestracions et hybodons) qui prédominent dans les formations de transition et dans les formations secondaires inférieures à la craie, avaient très-probablement pour but le broiement des enveloppes solides de crustacés et des écailles osseuses et garnies d'émail des poissons qui formaient leur pâture. A mesure que les poissons de la série crétacée et de la série tertiaire se revêtirent des écailles de plus en plus molles que nous voyons chez les poissons modernes, les dents des squaloïdes s'amincirent en ces bords tranchants qui caractérisent le système dentaire des squales actuels. On n'a pas encore rencontré jusqu'ici dans les formations tertiaires un seul de ces cestracions à dents émoussées.

thias, Cuv.) et le centrine vulgaire (*centrina vulgaris*) ont à chacune de leurs dorsales une semblable épine destinée à les redresser mais dépourvue de dentelures ou crochets. M. Mantell en a trouvé de pareilles d'une petite dimension dans la craie de Lewes. Ces petites épines dorsales leur servaient probablement aussi à se défendre contre certaines espèces voraces ou même contre les individus plus grands et plus puissants de leur propre espèce; peut-être aussi s'en faisaient-ils des armes offensives (860).

La grande variété de ces épines fossiles que l'on rencontre depuis la grawake jusqu'à la craie inclusivement nous fait connaître combien furent nombreux les genres et les espèces éteints de la famille de squales qui habitèrent les eaux de la mer durant toutes ces périodes reculées. Les dents et les os palatins observés dans ces mêmes terrains ne sont pas de formes moins variées; mais comme les squelettes cartilagineux auxquels ces dents appartenaient ont été en presque totalité détruits, les dents et les épines sont ordinairement dispersées, et ce ne pourra être qu'en s'aidant des analogies anatomiques ou du hasard de juxtapositions accidentelles que la science parviendra à déterminer les espèces auxquelles ces débris appartiennent.

Raies fossiles. — Les raies constituent la quatrième famille de l'ordre des placoïdiens; la création actuelle comprend un grand nombre de genres qui appartiennent à cette famille, mais on ne l'a pas encore rencontrée à l'état fossile dans un terrain plus ancien que le lias. Elle se montre dans le calcaire jurassique.

La famille des raies abonde dans toute l'étendue de la formation tertiaire; on y a trouvé seize espèces du seul genre myliobates : c'est de lui que proviennent les palais que l'on trouve en si grande abondance dans l'argile de Londres et dans le *crag*. On rencontre également dans les formations tertiaires les genres trygon et torpille.

Conclusion. — Les divers faits qui viennent de passer sous nos yeux, empruntés à l'histoire des poissons, constituent une série non interrompue de témoignages qui nous montrent cette importante classe, soit avec un squelette osseux, soit avec un squelette cartilagineux, comme prédominante dans toutes les périodes, depuis le moment où a commencé la vie sous-marine jusqu'à l'heure actuelle. La similitude des dents, des écailles et des os des plus anciens poissons sauroïdes de la formation houillère (le genre mégalichthys) avec ceux du genre lépidostée actuel, et les rapports étroits qui s'observent entre les dents et les épines osseuses du seul cestracion qui fasse encore maintenant partie de la famille des squales, et les nombreuses formes éteintes de cette même sous-famille des cestracions, qui abondent dans toute l'étendue des formations carbonifères et des formations secondaires, sont des faits qui réunissent les deux extrémités de cette grande classe de vertébrés par une chaîne plus régulière et plus étroitement unie qu'aucune autre à laquelle on ait été conduit jusqu'ici par les recherches géologiques.

Il résulte de ce coup d'œil que nous venons de jeter sur l'histoire des poissons fossiles que chacune des formes principales d'organisation que présentent ces animaux existait dès les âges les plus reculés de notre globe; que toujours ils y ont rempli dans l'économie générale de la nature les mêmes fonctions importantes que nous voyons confiées à leurs représentants actuels dans nos mers modernes, dans nos lacs et dans nos rivières. La grande raison finale de leur existence paraît avoir été à toutes les époques de peupler les eaux d'animaux qui y jouissent de toute la somme de bien-être que comportent leurs conditions d'existence.

La stérilité et la solitude dont on a souvent fait l'attribut des profondeurs de l'Océan n'existent donc pas ailleurs que dans les fictions de quelque imagination poétique. Dans cette vaste masse d'eaux qui recouvre presque les trois quarts de la surface du globe, la vie se montre avec plus de luxe peut-être qu'au sein des airs ou sur la surface terrestre elle-même. Le fond des mers, jusqu'aux profondeurs où pénètre la lumière, est peuplé de légions sans nombre de vers et d'autres êtres rampants, les représentants de ces familles inférieures qui se traînent sur la surface terrestre.

Le but général de la création paraît avoir été de multiplier la vie à l'infini. Comme la nutrition des animaux a pour base le règne végétal, le lit des océans ne jouit pas d'un luxe de végétation moindre que celui qu'étalent à nos yeux les prairies verdoyantes et les majestueuses forêts qui recouvrent comme d'un vêtement la portion émergée de la surface du globe. Dans les eaux comme sur la terre, nous voyons l'accroissement excessif des espèces herbivores tenu en échec par la voracité des espèces carnivores, et nous retrouvons ici ce que nous avions déjà signalé dans une autre circonstance, que le but que s'est proposé l'intelligence suprême, lorsqu'elle a créé les animaux, a toujours été d'appeler le plus grand nombre d'êtres possible à prendre sa part de la plus grande somme possible de jouissances.

Il n'existe aucun point dans tout l'ensemble de la nature qui, plus que cette progression que nous avons tracée dans la classe des poissons, repousse la doctrine du développement graduel ou de la transmutation des

(860) Le capitaine Smith a vu à la Jamaïque un capitaine de vaisseau qui avait été grièvement blessé par les épines d'un squale dans la baie de Montego. *Voyez* le *règne animal* de Cuvier, publié par Griffith.) Les épines du baliste et du silure ne sont pas seulement enfoncées à leur base dans la chair et mues par de puissants muscles, ainsi que cela a lieu chez les squales, mais elles s'articulent avec un os destiné à les soutenir. En outre, ces sortes de baguettes, dans le baliste, sont tenues droites par une seconde épine qui se trouve en arrière et à leur base, et qui agit à la manière d'un verrou ou d'un coin qui fixe ou enlève la même action musculaire qui redresse ou abaisse l'épine principale.

espèces. Les sauroïdes, en effet, qui occupent dans l'échelle organique une place plus élevée que les formes ordinaires des poissons osseux, ne s'en montrent pas moins en nombre considérable dans les formations carbonifères et secondaires où elles atteignent une taille énorme, tandis qu'ils disparaissent pour être remplacés par des formes moins parfaites dans les couches tertiaires, et que deux genres seulement les représentent parmi les poissons actuellement existants.

Ici, comme dans plusieurs autres cas, ce que l'on observe, c'est une sorte de développement rétrograde qui s'avance des formes complexes aux formes simples. Il existait à ces époques reculées des espèces qui réunissaient plusieurs caractères organiques que l'on ne retrouve plus dans nos périodes modernes que répartis sur des familles séparées ; et ces faits semblent indiquer que la nature, dans la création successive des poissons, est plutôt partie des formes les plus parfaites en suivant les procédés de la division et de la soustraction, qu'elle n'a opéré par addition, en prenant pour point de départ les formes les moins parfaites.

L'étude de l'organisation chez les poissons actuellement existants fait voir que certains organes, chez les cartilagineux, tels que le cerveau, le pancréas, l'appareil de la génération, sont à un degré de développement plus élevé que chez les poissons osseux. Or, nous avons rencontré la famille cartilagineuse des squaloïdes en même temps que les poissons osseux dans les couches de transition, et nous avons vu ces deux groupes continuer d'exister simultanément jusqu'à l'époque actuelle, après avoir traversé toutes les périodes géologiques.

Ainsi parmi tous les groupes dont l'ensemble constitue la nature, il n'en est pas un seul qui, moins que la classe des poissons, permette d'expliquer les changements que la géologie démontre s'y être successivement accomplis, sans que l'on invoque l'intervention directe d'actes de création distincts et répétés

POLICE DE LA NATURE DANS LE RÈGNE ANIMAL. *Voyez* CARNIVORES.

POLYPES. — Les débris fossiles de polypiers (*Voy.* ce mot) proviennent d'animaux que l'on a longtemps considérés comme ayant des affinités avec les plantes marines, et qui ont été désignés, pour cette raison, sous le nom de *zoophytes*. Ordinairement ils sont fixés à la manière des plantes, et ils recouvrent toutes les parties du fond des mers chaudes assez profondes pour que l'influence de la chaleur et de la lumière solaire puisse s'y faire sentir. Plusieurs espèces présentent des ramifications dont la forme et l'aspect sont ceux de végétaux. Ces corps coralliformes sont produits par des polypes très-voisins de l'actinée commune ou anémone de mer de nos côtes. Il en est quelques-uns, tels que les caryophyllies, qui vivent isolés, et dont chaque individu se construit à lui-même une base et un support indépendant; d'autres sont agrégés ou confluents, et vivent en commun sur une même base ou polypier recouvert d'une mince couche gélatineuse, à la surface de laquelle sont disséminés les tentacules correspondant aux trous étoilés de la surface du polypier.

D'après Lesueur, qui les a observés dans les Indes-Occidentales, ces polypes, lorsqu'ils sont épanouis au fond de la mer, dans le calme des eaux, revêtent leurs demeures pierreuses d'une enveloppe nuancée des plus brillantes couleurs.

Leur corps gélatineux possède la faculté de sécréter le carbonate de chaux qui compose la base par où ils se fixent et les cellules où ils sont logés. Ces cellules calcaires ne persistent pas seulement pendant la vie des polypes qui les ont sécrétées, mais leur composition chimique est tellement analogue à celle du calcaire, qu'elles continuent d'adhérer au fond de la mer après la destruction de l'animal qui les habitait. Ainsi une génération construit la base sur laquelle sera portée la génération qui doit suivre, et celle-ci à son tour doit fournir en quelque sorte les fondements d'une construction nouvelle qu'élèvera une nouvelle génération, jusqu'à ce que, par une succession continue de constructions semblables, la masse tout entière atteigne la surface des eaux et qu'une limite se trouve ainsi imposée à des accroissements subséquents.

La tendance des polypes à se multiplier dans les eaux des climats chauds est telle, que le fond de toutes les mers tropicales fourmille de myriades sans nombre de ces petites créatures travaillant sans cesse à la construction de leurs habitations si petites, mais en même temps si durables. Il n'y a presque pas, dans toutes ces latitudes, de roche sous-marine ni de cône ou de chaîne volcanique sous-marine qui ne constituent le noyau et les fondements de quelque colonie de polypes appartenant surtout aux genres madrépore, astrée, caryophyllie, méandrine et millepore. Les sécrétions calcaires de ces petits animaux sont accumulées en d'énormes bancs ou *récifs de corail*, qui ont quelquefois jusqu'à plusieurs centaines de milles d'étendue. Souvent ils s'élèvent rapidement jusqu'à la surface en des points où jusque-là on n'en avait jamais soupçonné l'existence, et ils rendent ainsi dangereuse la navigation de plusieurs parties des mers tropicales (861).

Si nous recherchons quelles sont, dans l'économie actuelle de la nature, les fonctions assignées aux polypes, nous voyons bientôt que c'est à eux, la classe la plus inférieure du règne animal, qu'a été départi l'office de nettoyer les eaux de la mer et de

(861) On trouve dans les voyages de Péron, de Flinders, de Kotzebue et de Beechy, des observations intéressantes sur l'étendue et le mode de formation de ces récifs de corail ; et le docteur Kidd, dans son *Geological Essay*, ainsi que M. Lyell, dans ses *Principles of Geology* (3e édit., t. III), a fait une application admirable de ces particularités de l'histoire des polypiers modernes à l'illustration des phénomènes géologiques.

les purger de toutes les impuretés les plus déliées qui auraient échappé même aux plus petits des crustacés. C'est ainsi que certaines tribus d'insectes, à leurs degrés divers d'accroissement, ont pour mission de trouver leur nourriture dans les impuretés qui résultent sur la surface terrestre de la décomposition des matières animales et végétales (862). Ce système paraît avoir été suivi sans interruption depuis que la vie a commencé dans les mers les plus anciennes, et pendant toute cette longue série d'âges dont la durée nous est attestée par les successions diverses d'animaux et de végétaux dont les dépouilles sont ensevelies dans les couches de l'écorce du globe. Dans toutes ces couches, en effet, les habitations calcaires des polypes, de ces créatures en apparence si petites et de si peu d'importance, se sont accumulées en de vastes et puissantes masses qui ont grossi l'ensemble des matériaux solides du globe ; et elles nous offrent un exemple frappant de l'influence qu'ont eue les animaux sur la condition minérale de notre planète (863).

Si, dans l'investigation des phénomènes naturels, il pouvait se rencontrer un fait qui fût plus digne d'admiration qu'un autre fait, ce serait peut-être cette étendue infinie, cette importance immense de choses en apparence si petites et si dépourvues de toute valeur. Si j'entreprends de décrire l'insecte, plus petit qu'une mite que je vois courir à la surface de cette feuille de papier où j'écris, il m'est tout aussi impossible de me faire une idée juste de la délicatesse de ses fibres musculaires, ou des petits vaisseaux qui servent à sa nutrition, qu'il m'est impossible d'embrasser dans ma pensée l'immensité de l'univers. L'organisation du plus petit des infusoires résiste plus aux efforts de notre intelligence pour la comprendre, que ne le fait celle de la baleine ; et un résultat auquel nous sommes conduits, comme terme de nos travaux, c'est la conviction que les opérations les plus grandes et les plus importantes de la nature sont produites par l'action d'atomes trop petits pour que l'œil de l'homme puisse les saisir, ou pour que son intelligence elle-même puisse y atteindre.

Nous ne pouvons mieux terminer ce coup d'œil jeté à la hâte sur l'histoire des polypiers fossiles, qui se montrent depuis les roches de transition les plus anciennes, jusque dans nos mers actuelles, que par les paroles suivantes dans lesquelles M. Ellis a exprimé les sentiments que firent naître dans son esprit ses belles *Recherches sur l'histoire des polypes vivants*.

« Et maintenant, tout cela une fois posé comme vrai, à quelle conclusion tous ces travaux doivent-ils nous conduire? Tout ce que je puis répondre, c'est que, dans ces recherches auxquelles je viens de me livrer, des scènes toutes nouvelles se sont déroulées sous mes yeux, qui ont ravi mon esprit d'admiration et d'étonnement à la contemplation de cette diversité, de cette étendue avec laquelle la vie est distribuée dans l'univers. Or si tels ont été les sentiments qu'ont excités en moi les faits que je viens de rapporter, et ces merveilles de la nature animée sur des points dont on n'avait pas même jusqu'ici soupçonné l'existence, sans doute ils exciteront dans d'autres esprits que le mien des idées agréables, sans doute des esprits plus savants et d'une pénétration plus irrésistible y trouveront plus tard encore de nouveaux faits à reconnaître et de nouvelles preuves à découvrir, s'il en était besoin, d'une volonté unique, infinie, d'une toute-puissance qui a créé, et qui maintenant conserve le grand tout dans sa beauté et dans sa perfection. De là nous conclurons que si des créatures d'un degré aussi inférieur dans la grande échelle de la nature, ont été ainsi douées de facultés qui leur permettent de remplir leur sphère d'action d'une manière aussi complète, nous pareillement, qui avons été placés à tant de degrés plus haut, nous nous devons, et à LUI qui nous a faits, nous et tout ce qui existe, de tendre sans cesse et de tous nos efforts vers ce degré de rectitude et de perfection, auquel nos facultés nous donnent le pouvoir d'atteindre. » (ELLIS, *On corallines* p. 103.)

POLYPIERS. — Classe d'animaux rayonnés, sédentaires, fixés au sol, sans organes spéciaux pour la locomotion. Ils ont été longtemps confondus avec les mollusques bryozoaires. Ils s'en distinguent néanmoins parce que leur cavité digestive ne présente qu'une seule ouverture, leur corps est, en effet, terminé par une couronne de tentacules, au milieu de laquelle se trouve cette

(862) M. de la Bèche fait observer que les polypes de la caryophyllie de Smith dévorent des débris de poissons et de petits crustacés; et il en a nourri ainsi quelques individus à Torquay. Les polypes saisisissaient ces aliments avec leurs tentacules, et la digestion s'opérait dans le sac central qui constitue leur estomac.

(863) Plusieurs des genres actuels de polypiers se rencontrent dans la série de transition, et M. de la Bèche a remarqué avec justesse (*Manuel de géologie*, p. 458 de la traduction française) que partout où se trouve un amas de polypiers assez considérable pour justifier le nom de *banc* ou de *récif de corail*, les deux genres astrée et caryophyllie en font partie, et que ces genres sont encore au nombre des architectes les plus actifs des bancs de corail dans les mers actuelles

Une grande partie du calcaire que l'on désigne sous le nom de calcaire à Polypiers (*coral rag*), et qui forme les plaines élevées de Bullington et de Cummer, ainsi que les collines de Wytham, sur trois des côtes de la vallée d'Oxford, est remplie par des lits continus, et les amas de polypiers pétrifiés de diverses espèces, conservant encore la position dans laquelle leur accroissement a eu lieu au fond de quelque mer ancienne, de la même manière que se forment maintenant les bancs de coraux dans les régions intertropicales des océans modernes.

Les mêmes couches de polypiers fossiles remplissent les montagnes calcaires du nord-ouest de Berkshire, et du nord de Wilts, et on les voit encore autant ou plus puissantes dans le Yorkshire, et sur les sommets élevés de l'Ouest ou du sud-ouest de Scarborough.

ouverture unique. Chez les polypiers pierreux, les seuls qui doivent nous occuper, la partie inférieure ou *basilaire* du corps est celle qui constitue le *polypier*; tissu pierreux ou *sclérenchyme*, partie intégrante de l'animal, formée par un mouvement nutritif, dans son épaisseur, soit dans la profondeur du derme, soit à la surface de la tunique dans le tissu épidermique,

Le tissu pierreux des *polypiers* ou *sclérenchyme* forme, suivant l'agrégation ou l'isolement des individus, des polypiers simples ou agrégés. Ces deux dispositions primordiales, qui frappent tout d'abord, ont pour nous une très-grande importance, car elles tiennent essentiellement au mode de reproduction des polypiers. Les polypiers ont trois modes différents de reproduction : ils sont *ovipares*, *gemmipares*, ou *fissipares*; ce qui amène des modifications considérables dans l'isolement ou le mode de groupement des individus.

Les animaux spécialement *ovipares* produisent les *polypiers simples*, tels que les *turbinolia*, les *cyathina*, etc., etc., où le polypier est isolé, fixe ou libre, formé d'un seul individu.

Les animaux *gemmipares* donnent toujours des *polypiers composés*, formés d'un nombre plus ou moins considérable d'animaux agrégés, ayant même une vie commune, mais qu'on peut cependant toujours distinguer les uns des autres dans l'ensemble. Cette distinction, ainsi que la suivante, établie par les savantes recherches de M. Dana, est facile à reconnaître, caractérisée qu'elle est par une division par bourgeonnement, c'est-à-dire qu'il naît, sur le côté des individus déjà existants, des bourgeons d'abord plus petits, qui prennent bientôt le même diamètre, la même régularité que les autres, et donnent naissance à leur tour, à des bourgeons identiques toujours latéraux. Le nombre des individus agrégés de cette manière augmente ainsi selon les limites fixes ou variables, et constitue un ensemble différent suivant le mode de groupement.

Les animaux *fissipares* produisent aussi des *polypiers composés*, formés d'individus agrégés; néanmoins ceux-ci se multiplient d'une manière toute différente. Ce ne sont plus des bourgeons latéraux qui naissent aux côtés externes des individus préexistants, mais bien le centre même de l'individu, qui s'allonge et se divise ensuite. Ces deux centres dépendent d'abord du même individu, puis ils se séparent de plus en plus et finissent par former, chacun en particulier, un individu identique au premier. On voit que ce mode de reproduction, tout en différant complétement de la gemmation, donne des résultats presque identiques. D'autres fois, les individus s'allongent par le centre, de manière à former, non pas des individus nettement séparés ayant chacun son centre particulier, mais des individus complexes qui s'allongent, se bifurquent indéfiniment, sans montrer dans la masse de coupure ni de centres distincts nettement séparés.

Maintenant nous allons définir, pour chaque individu, soit isolé, soit agrégé, la terminologie de toutes les parties. Chaque individu représente, plus ou moins, à sa partie supérieure, une sorte d'étoile formée de rayons. On donne à cette étoile, unique chez les polypiers simples et multiple chez les polypiers composés, le nom de *calice*. Ce calice est tantôt circulaire et tantôt comprimé, chez les polypiers simples comme chez les polypiers composés,

La gaîne testacée extérieure de chaque calice, soit simple, soit composé, s'appelle *muraille*; elle affecte la forme d'un cornet, ou d'un tube dont les parois, plus ou moins lamelleuses, s'élèvent sur le bord supérieur, à mesure que le polypier grandit. Lorsque cette muraille s'encroûte extérieurement d'un dépôt calcaire continu, offrant des lignes d'accroissement concentriques, on désigne cet encroûtement sous le nom d'*épithèque*. Lorsque, au contraire, la muraille non encroûtée forme des parties longitudinales saillantes, on les appelle des *côtes*.

Le calice, circonscrit extérieurement par les murailles qui s'élèvent du pourtour, se compose de lames qui rayonnent des murailles vers le centre. On nomme ces lames rayonnantes des cloisons (*septa*). On doit remarquer que ce sont ces cloisons qui forment l'étoile du calice. Les cavités qui séparent les cloisons s'appellent des *chambres*.

Les cloisons ne se multiplient pas d'une manière irrégulière dans le calice. Elles augmentent en nombre, de la manière la plus régulière en formant ce qu'on nomme des *cycles* (*cyclum*) successifs. Chaque calice commence par un nombre régulier généralement de six cloisons primaires, mais aussi quelque fois de dix, de huit, de cinq, de quatre, et même de trois *cloisons primaires*. Celles-ci forment le *premier cycle*: car elles divisent le calice en une série égale de chambres semblables entre elles. Les cloisons de second ordre, qui naissent régulièrement dans chacune de ces premières chambres, et les divisent chacune en deux, forment le *second cycle* toujours complet. Les cloisons de troisième ordre qui naissent dans les secondes chambres forment encore un *troisième cycle* complet. C'est seulement aux cloisons de quatrième ordre que la division régulière commence à être modifiée; car les cloisons n'occupent plus que toutes les chambres. Le nombre des chambres primaires constitue, avec les cloisons qui y naissent plus tard, ce qu'on nomme des *systèmes*. Le plus ordinairement il y a six systèmes, mais le nombre en varie, comme nous l'avons vu, de dix à trois. Ainsi le genre *decacœnia* a dix systèmes; les genres *octocœnia* et *pseudocœnia* en ont huit; les genres *pentocœnia* et *acanthocœnia* en ont cinq; le genre *tetracœnia* en a quatre; le genre *heterocœnia* en a trois seulement.

Le centre du calice sur lequel viennent quelquefois s'attacher les cloisons, s'appelle

columelle (*columella*); lorsque cette partie est saillante, on la dit *styliforme*. Elle est ronde ou fortement comprimée.

Les courtes cloisons formant couronne, qui naissent souvent entre les columelles et les cloisons, et font saillie du fond du calice, se nomment *palis* (*palulus*). Les palis sont toujours situés dans le prolongement des cloisons, d'un ou de plusieurs cycles déterminés, et font l'office de cloisons complémentaires.

Dans quelques cas, les chambres, à mesure que le polypier s'élève, tendent à se fermer par le bas. Cette occlusion des chambres peut s'effectuer de deux manières : elle résulte de la formation d'une série de lames horizontales, qui s'étendent à la fois dans toute la largeur du polypier, et, se superposant comme autant d'étages, forment ce qu'on nomme des *planchers*. Lorsqu'elle ne s'opère pas complétement, et qu'elle se borne à clore l'intervalle des cloisons, on désigne ces lames sous le nom de *traverses*.

On peut appeler *endothèque* tous les tissus intérieurs d'un polypier.

Les *polypiers*, bien plus nombreux que les échinodermes, dans les couches terrestres, mais moins multipliés que les mollusques, présentent quelquefois des masses énormes aux étages géologiques qui les renferment. On les voit encore, dans les couches terrestres, formant des récifs analogues à ceux qui entourent quelques îles des Antilles et de l'Océanie. Ces récifs anciens, disséminés dans les étages oxfordien et corallien, sont très-remarquables, surtout à Saint-Mihiel (Meuse), à la pointe du Ché, et d'Angoulin (Charente-Inférieure), etc.

Sur d'autres points, les polypiers, en moins grand nombre, sont disséminés dans les couches, par plus petits groupes ou par individus isolés. Comme leur nature testacée empêchait leur destruction, on les rencontre souvent dans un bel état de conservation, ou seulement transformés. D'autres fois, ils n'ont laissé que leurs empreintes extérieures, ou, plus rarement, leurs moules intérieurs.

M. Milne Edwards divise les polypiers en trois ordres : les *zoanthaires*, les *alcyonaires*, et les *hydraires*, dont les deux premiers seulement ont des représentants à l'état fossile.

En jetant les yeux sur le tableau de la répartition des genres et des espèces de zoophytes dans les couches tertiaires depuis la première animalisation jusqu'à l'époque actuelle, on remarque tout d'abord que, de toutes les séries animales, c'est peut-être l'une des plus irrégulièrement réparties. Depuis leur apparition dans l'étage silurien, le premier du monde animé, les zoophytes occupent, en effet, tous les étages, sans néanmoins montrer de progression croissante régulière. Les genres qui apparaissent à chaque étage, et se continuent ensuite jusqu'à l'époque actuelle, sont, par rapport à ceux qui s'y éteignent (et sont perdus pour l'époque actuelle) dans les rapports de 38 à 176. Il en résulte, dans l'ordre chronologique, un remplacement successif des genres, dont les uns éphémères, et les autres persistants, durent plus ou moins, mais font généralement place les uns aux autres, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours. On remarque encore que, de tous les genres qui naissent durant la période paléozoïque, aucun ne passe aux grandes périodes suivantes : car les premiers genres qui arrivent jusqu'à nous naissent avec l'étage conchylien, ou la seconde grande époque du monde. Il est remarquable même de voir que ceux de ces genres qui arrivent jusqu'à nous, comparés à ceux qui s'éteignent, ne sont pas plus nombreux dans les terrains tertiaires les plus rapprochés de nous que dans les terrains jurassiques. De ces faits généraux on peut déduire la conséquence directe d'application, que les zoophytes sont peut-être, de tous les animaux, les plus importants à bien connaître dans leur répartition zoologique, afin d'appliquer les faits connus à la reconnaissance des terrains et des étages géologiques, etc.

Comparaison des ordres entre eux. — Nous n'avons ici aucune comparaison importante, puisque les deux ordres, les *zoantaires*, les *alcyonaires*, naissent à la fois dans l'étage silurien, et suivent parallèlement tous les âges, pour atteindre leur *maximum* de développement générique dans les mers actuelles. Pour arriver à trouver des différences notables dans l'apparition successive des séries de zoophytes, si nous descendons aux familles, nous les trouverons ainsi distribuées suivant les grandes périodes géologiques.

Les terrains paléozoïques montrent les familles des *favositidæ*, des *milleporidæ*, des *seriatoporidæ*, des *thecidæ*, des *cyathophyllidæ*, des *lithostrotionidæ*, et des *tubiporidæ*, parmi lesquelles les *cyathophyllidæ* et les *lithostrotionidæ*, sont spéciaux à cette époque, ainsi que les *thecidæ*.

Dans les terrains triasiques naissent les familles des *eusmilidæ*, les *cariophyllidæ*, et les *astreidæ*.

Dans les terrains jurassiques se montrent, pour la première fois, les familles des *cyatinidæ*, des *pachygyridæ*, des *stylinidæ*, des *meandrinidæ*, des *poritidæ*, des *oculinidæ*, des *fungidæ*, et des *agaricidæ*.

Dans les terrains crétacés apparaissent les familles des *cladocoridæ*, des *eupsasimmidæ*, des *stylophoridæ*, et des *cyclolitidæ*.

Dans les terrains tertiaires, qui nous ont précédés sur la terre, les familles suivantes restent seules à se montrer : les *turbinolidæ*, les *rhizangidæ*, les *madreporidæ*, les *pennatulidæ* et les *gorgonidæ*

On voit, par cette apparition successive que des familles entières, dans cette série animale, peuvent donner des caractères négatifs ou positifs, et peuvent encore avoir une application en zoologie. Quant aux considérations de la perfection relative de ces familles, comparées à leur époque d'apparition dans les couches terrestres, nous ne croyons pas qu'on puisse en établir. On voit, en effet, des polypiers libres dans les pre-

miers terrains comme dans les derniers; et les différents modes de reproductions par bourgeonnement et par fissiparité se retrouvent également à tous les âges.

Déductions zoologiques générales. — Les zoophytes, comparés dans leur ensemble numérique, par rapport à leur instant d'apparition, naissent avec le premier étage du monde animé, où ils offrent 7 genres. Ils montrent, dans les terrains paléozoïques, 38 genres; dans les terrains triasiques, 12; dans les terrains jurassiques, 67; dans les terrains crétacés, 82; et dans les terrains tertiaires, 76. Si l'on n'avait égard qu'aux genres fossiles, le maximum de développement serait évidemment pendant la période crétacée; mais ce maximum, comparé aux genres actuellement existants dans nos mers, reste au-dessous de la faune zoophytique actuelle; et l'on est forcé de reconnaître que le maximum de développement générique de cette série animale, se trouvant à notre époque, il s'ensuit que, d'après les nombres, elle a marché, néanmoins, dans une progression croissante.

Déductions climatologiques comparées. — Ce que nous pouvons dire relativement aux zoophytes, c'est qu'ils suivent la marche générale que nous avons déjà signalée. Lorsque nous voyons, par exemple, que les genres *flabellum*, *caryophyllia*, *oulophyllia*, *meandrina*, *astrea*, *dendrophyllia*, *madrepora* et *explanaria*, se rencontrent fossiles en France, en Angleterre, en Italie et en Allemagne, aux étages falunien et subapennin qui nous ont précédés sur la terre, tandis qu'on ne les trouve plus aujourd'hui qu'aux Antilles, dans le Grand Océan et dans la mer Rouge, aux régions équatoriales les plus chaudes, on est forcé de convenir qu'à ces époques passées, les mers géologiques d'Europe devaient avoir une température égale aux régions tropicales actuelles. Ce que nous venons de dire des déductions climatologiques est également applicable aux déductions géographiques : c'est que la distribution géographique des zoophytes dans les étages géologiques n'est nullement en rapport avec la distribution géographique actuelle, qui dépend, le plus souvent, de zones isothermes.

Déductions zoologiques tirées des genres. — *Les caractères stratigraphiques négatifs* sont on ne peut plus marqués pour les zoophytes. On voit, en effet, que sur 214 genres fossiles, aucun n'occupant tous les étages, tous peuvent donner des limites négatives pour les étages et pour les terrains où ils ne se trouvent pas.

Les *caractères positifs*, par la même raison, nous offrent, suivant l'extension que les genres occupent dans les étages, des caractères d'autant plus marqués que, sur les 214 genres fossiles, 176 s'éteignent dans les étages géologiques, sans arriver jusqu'à nous, et que 99 genres, ou près de la moitié, sont encore spéciaux, dans l'état actuel de nos connaissances, à un étage seulement.

La persistance des caractères positifs existe chez les zoophytes. Pour s'en assurer, il suffira de voir la répartition des espèces des genres *prionastrea*, *synastrea*, *funginella*, *phyllocœnia*, *astrea* et *paracyathus*. Les conclusions relatives aux espèces sont encore les mêmes, car les 1135 espèces fossiles énumérées sont, jusqu'à présent, toutes spéciales à l'étage où elles ont vécu, et peuvent être considérées comme caractéristiques de l'étage où elles ont, jusqu'ici, été rencontrées.

En terminant ces considérations générales, nous ne devons pas oublier de signaler d'autres circonstances d'application géologique. Aujourd'hui les zoophytes abondent dans les régions chaudes, partout où se font sentir des courants assez forts pour que les eaux soient constamment renouvelées et claires. Lorsque dans les étages géologiques on y compare les couches où les zoophytes sont abondants, comme, par exemple, les dépôts bathonien de la Normandie; corallien de La Rochelle, de Saint-Mihiel, de l'Yonne, de Nantua; cénomanien, du Mans; turonien, d'Uchaux, de Corbières, de Martigues, et même les dépôts parisiens d'Auvers, on acquiert bientôt la preuve, par tous les signes évidents de charriage des sédiments par les courants, que tous ces points où abondent les zoophytes sont dans des conditions identiques aux conditions d'existence actuelles.

POMATOMUS TELESCOPIUM. *Voy.* ANIMAUX MARINS.

PORPHYRES. *Voy.* l'INTRODUCTION.

PORTLANDIEN (ÉTAGE).—C'est le dixième des terrains jurassiques, et le seizième de l'échelle totale des formations géologiques. On fait dériver son nom de la presqu'île de Portland, en Angleterre (Dorsetshire), où le premier type a été décrit. C'est le dernier membre des terrains jurassiques de cette grande période si régulièrement formée sur le sol de la France. Celui-ci, partout où il se montre, s'est encore déposé sur l'étage kimméridgien, et nous croyons que, s'il n'a pas été retrouvé partout, c'est qu'il est recouvert ou qu'il a subi des dénudations partielles, avant que les premiers dépôts crétacés ne se forment. Quoi qu'il en soit, il existe au pourtour intérieur des deux bassins, anglo-parisien et pyrénéen.

Entre Bignay et Saint-Savinien (Charente-Inférieure), ainsi qu'aux environs de Boulogne, on peut évaluer de 50 à 60 mètres la puissance totale des couches portlandiennes.

Caractères paléontologiques. — Nous aurons à répéter ici ce que nous avons dit à l'étage kimméridgien, c'est que le peu de restes organisés de cet étage en fait la dernière période de décadence à l'époque jurassique.

Indépendamment du genre *stenosaurus*, que nous avons vu naître et disparaître dans l'étage kimméridgien, sans arriver à l'étage portlandien, nous avons encore 10 genres qui finissent leur période d'existence avec l'étage kimméridgien sans arriver à celui-ci, et peuvent, dès lors, offrir des caractères négatifs. Ces genres, que nous voyons

s'éteindre dans l'étage kimméridgien, nous donnent, de plus, des caractères négatifs de la dernière période de décadence de la grande faune des terrains jurassiques; car le nombre de ces genres est bien supérieur à ceux qui y naissent.

Les limites supérieures données par les caractères négatifs sont d'autant plus nombreuses qu'elles sont, en même temps, les caractères distinctifs des derniers dépôts jurassiques et des premiers dépôts crétacés; aussi voyons-nous 74 genres qui, encore inconnus à l'étage portlandien, ne paraissent qu'avec l'étage néocomien, et peuvent servir de caractères négatifs pour celui qui nous occupe.

Les limites inférieures données par les genres se réduisent jusqu'ici à trois formes animales qui, inconnues dans l'étage précédent, naissent avec l'étage portlandien. Ces trois genres sont: parmi les reptiles, le genre *cetiosaurus;* parmi les poissons, le genre *meristodon;* parmi les mollusques lamellibranches, le genre *cyclas*.

Les seuls genres *meristodon* et *acteonina* qui, parmi les poissons et les mollusques, meurent dans l'étage portlandien, peuvent servir de caractères positifs entre cet étage et l'époque suivante.

Après discussion critique, il nous reste, parmi les animaux mollusques et rayonnés seulement, 63 espèces en dehors des animaux vertébrés et annelés. En ôtant de ce nombre 63, les 3 espèces que nous avons vues se rencontrer également dans l'étage kimméridgien, il nous en restera 60 comme caractéristiques de l'étage portlandien; car aucune ne passe dans l'étage néocomien qui le recouvre sur tous les points où il n'y a pas de lacunes.

Chronologie historique. — A la fin de l'étage kimméridgien, ont été anéanties, avec 11 genres propres à cette période, indépendamment des espèces d'animaux vertébrés et annelés, 183 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Sont nés avec l'étage portlandien, 3 genres inconnus jusqu'alors, et 60 espèces d'animaux mollusques et rayonnés composant les débris qui nous sont connus de cette dernière période des terrains jurassiques.

Les mers, avec beaucoup de genres d'animaux de moins que dans les étages précédents, n'offrent, de plus, que le *meristodon*, parmi les poissons, et le genre *cyclas* parmi les mollusques (espèce positivement marine), qui diffèrassent des genres préexistants depuis plus ou moins longtemps : ainsi, la faune marine devait peu différer.

Les continents ne nourrissaient plus, sur leurs bords, de ces singuliers sauriens, tels que les *plesiosaurus*, les *teleosaurus*, les *pliosaurus*, et un seul genre les remplaçait, le *cetiosaurus*, forme nouvelle de cette époque.

La fin de cette époque est largement tracée sur notre sol et sur des points éloignés; elle aurait pour moteur un mouvement certain du sol qui a déterminé des discordances réelles, de nombreuses discordances d'isolement, dénotant des affaissements et des relèvements sur beaucoup de points, et en étant les signes certains. Les résultats visibles de ce mouvement sont : les dénudations, la corrodation et l'usure des couches portlandiennes supérieures, ce qui indique un mouvement des eaux très-prolongé entre la fin de cette époque et la suivante, ainsi que les dépôts ferrugineux de la base de l'étage néocomien à Bettancourt-la-Ferrée (Haute-Marne). Nous avons enfin l'anéantissement complet de la faune. Tout coïnciderait donc encore, les causes et les effets, pour prouver que l'étage portlandien ou les deux derniers étages ont été séparés de l'époque néocomienne par une perturbation géologique d'une grande valeur, d'une grande extension et d'une longue durée. M. Elie de Beaumont regarde son *Système du mont Pila, de la Côte-d'Or* et de l'*Erzgebirge*, dont la dislocation suit la direction de l'O. 40° S. à l'E. 40° N., ou N.-E. et S.-O., comme séparant la fin des terrains jurassiques des terrains crétacés. Ce serait, comme on le voit, une discordance de plus à invoquer pour les limites stratigraphiques.

PORTLAND-STONE. *Voy.* KIMMÉRIDGIEN.

POTASSIUM, *son rôle dans la constitution du globe terrestre. Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES du globe terrestre.

PRESSION AU FOND DES EAUX. *Voy.* ANIMAUX MARINS

PROCESSUS DE FOSSILISATION. *Voy.* FOSSILISATION.

PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE DANS LES TEMPS MODERNES. *Voy.* GÉOLOGIE.

PTÉRODACTYLE. (πτέρὸν aile, δάκτυλος, doigt), genre de sauriens fossiles qui étaient pourvus d'ailes pour voler, et qui offrent de plus singulières combinaisons de formes que tout ce que nous rencontrons ailleurs parmi les ruines de l'ancien monde (864).

La structure de ces animaux est si extraordinairement anormale, que les premiers ptérodactyles qui furent découverts, partagèrent les naturalistes entre trois opinions. les uns y virent un oiseau; d'autres une espèce de chauve-souris; d'autres enfin un reptile volant. Cette divergence remarquable à propos d'un être dont on possédait le squelette presque entier, était due à l'existence de caractères paraissant appartenir à chacune des trois classes auxquelles on le rapportait. La forme de la tête et la longueur du cou le rapprochent des oiseaux; ses ailes, par leurs proportions et leurs formes, rappellent les chauves-souris; le tronc et la queue offrent des rapports étroits avec ceux des mammifères ordinaires. Ces divers caractères coïn-

(864) C'est surtout à Aichstadt et à Solenhofen dans le calcaire lithographique de la formation jurassique que l'on a rencontré jusqu'à ce jour les ptérodactyles; cette roche abonde en débris marins, et présente aussi des libellules et d'autres insectes. On en a découvert également dans le lias de Lyme Regis, et dans le schiste calcaire oolitique de Stonesfield.

cident avec la même petitesse du crâne que l'on observe ordinairement chez les reptiles, et avec l'existence d'un bec armé d'au moins soixante dents pointues, et leur réunion constitue un ensemble apparent d'anomalies que le génie seul de Cuvier devait réconcilier. Entre ses mains, cette production de l'ancien monde, si monstrueuse en apparence, est devenue l'un des plus magnifiques exemples que nous fournisse l'anatomie comparée, de l'harmonie qui dirige, dans tout l'ensemble de la nature, l'adaptation des mêmes parties de l'organisation animale à des conditions d'existence infiniment variées.

Dans l'ordre des sauriens et dans la classe des reptiles, classe dont les représentants actuels ne se meuvent pas ailleurs que sur la terre ou dans les eaux, les ptérodactyles nous offrent l'exemple d'un genre maintenant éteint et qui avait été organisé dans le but spécial d'une locomotion aérienne. C'est une chose pleine d'intérêt que de voir comment les extrémités antérieures, qui, chez les crocodiles et les lézards modernes, sont des organes de locomotion terrestre, se convertissent en des ailes membraneuses, et jusqu'à quel degré les autres parties du corps se modifient, pour que l'ensemble tout entier de la machine s'harmonise avec cette nouvelle fonction du vol. Et l'on voit jusque dans les moindres détails de cette étude, se reproduire avec tant de constance l'accord numérique qui existe entre chacun des membres des ptérodactyles et les membres correspondants des lézards actuels sous le rapport des pièces osseuses qui la constituent ; elle met tellement en relief les dispositions à l'aide desquelles un même organe peut être adapté à des fins différentes, que je ne crois pouvoir mieux faire que de présenter ici quelques parties détachées de l'analyse si magnifique et si complète que Cuvier nous a donnée de l'organisation de cet animal.

« Les ptérodactyles, » dit l'auteur des *Ossements fossiles*, « sont incontestablement, de tous les êtres dont ce livre nous révèle l'ancienne existence, les plus extraordinaires, et ceux qui, si on les voyait vivants, paraîtraient les plus étrangers à la nature actuelle. » (T. V, vr^e^ partie, p. 379.)

Nous en connaissons déjà huit espèces, et leur taille varie depuis celle d'une bécassine à celle d'un cormoran.

Par leurs formes extérieures, ces animaux ressemblent assez à nos chauves-souris et à nos vampires actuels : plusieurs ont le museau alongé comme celui du crocodile, et les maxillaires armés de dents coniques ; leurs yeux étaient d'un volume énorme, et leur permettaient probablement de voir pendant la nuit. Leurs membres antérieurs, convertis en ailes, portent des doigts alongés, armés de longues griffes, ressemblant à l'ongle crochu du pouce des chauves-souris. Ces doigts formaient une patte puissante qui servait à l'animal pour ramper, pour grimper ou pour se suspendre aux arbres.

Il est probable aussi que les ptérodactyles possédaient la faculté de nager, faculté si commune chez les reptiles, et que nous retrouvons également dans le ptéropus pselaphon, ou chauve-souris vampire de l'île de Bonin (865).

« Cette créature, comme le démon de Milton, propre à remplir toutes les fonctions, à vivre dans tous les éléments, était un allié convenable à cette foule de reptiles qui fourmillaient au sein des mers, ou rampaient sur les plages d'une planète turbulente

Le prince des enfers
Tente mille moyens, mille chemins divers ;
De ses mains, de ses pieds, de sa superbe tête.
Il combat, il franchit l'ouragan, la tempête,
Les défilés étroits, les gorges, les vallons,
L'air pesant ou léger, et la plaine et les monts,
Les rocs, le noir limon qu'un flot dormant détrempe,
Va gueant ou nageant, court, gravit, vole ou rampe.
(*Paradis perdu*, II^e^ livre, vers 947, traduction de DELILLE.)

« C'était une étrange population que celle de notre globe, à cette période d'enfance où l'air était sillonné par des nuées de créatures aussi extraordinaires que celles dont nous venons d'esquisser l'histoire, où l'Océan était parcouru par des bancs d'ichthyosaures et de plésiosaures non moins monstrueux, où des crocodiles et des tortues gigantesques rampaient sur les bords des lacs et des rivières primitives (866). »

Comme le trait caractérisque le plus frappant de ces reptiles fossiles consiste dans l'existence d'organes pour le vol, il est naturel de rechercher ce qui appartient à l'oiseau et à la chauve-souris dans la structure de leurs squelettes. Toute pensée de les placer au nombre des oiseaux s'arrête à l'instant devant ce fait que leur bec est armé de dents semblables à celles des reptiles, et il a suffi de la forme d'un seul os, l'os carré, pour que Cuvier ait pu prononcer immédiatement que cette créature était un lézard, bien qu'un lézard ailé ne fasse partie de la création actuelle, et que les dragons du blason et de la fable soient les seuls êtres de cette espèce dont il ait jamais été fait mention (867). Quant à ce qui serait de les rapporter à la famille des mammifères volants, il suffit, pour repousser une pareille idée, d'un instant de comparaison entre leur tête et celle des chauves-souris

(865) *Journal zoologique*, n° 16, p. 358.

(866) *Transactions géologiques de Londres*, nouvelle série ; t. III, première partie.

(867) Il existe une petite espèce de lézard, le dragon-volant différente des autres sauriens par des sortes d'ailes imparfaites qui ne sont autre chose qu'une expansion membraneuse de la peau étendue au-dessus des fausses côtes, lesquelles se projettent horizontalement des deux côtés du dos. Ces deux replis membraneux forment une sorte de parachute qui soutient l'animal dans les sauts qu'il exécute d'arbre en arbre ; mais ils n'ont pas la faculté de battre l'air pour devenir l'instrument d'un vol véritable, comme les bras des chauves-souris ou les ailes des oiseaux. Les bras ou membres antérieurs du dragon-volant ne diffèrent pas de ceux des lézards ordinaires.

Les vertèbres du cou sont très-alongées et sont seulement au nombre de six ou de sept, tandis que chez les oiseaux il y en a de neuf à vingt-trois. Les vertèbres dorsales, chez ces derniers, varient aussi de sept à onze seulement, tandis que chez les ptérodactyles il y en a près de vingt. Les côtes des ptérodactyles sont minces et filiformes comme celles des lézards ; les côtes chez les oiseaux sont plates et élargies, et portent des apophyses récurrentes encore plus élargies et qui ne se rencontrent que dans cette classe. Dans les pieds des oiseaux, les os métatarsiens sont soudés en une seule pièce, tandis que ces mêmes os chez le ptérodactyle demeurent au contraire parfaitement distincts. Enfin le bassin diffère considérablement de celui d'un oiseau, et se rapproche au contraire du bassin d'un lézard; et tous ces divers faits ne laissent aucun doute sur la place que doit occuper le ptérodactyle parmi les lézards, nonobstant les rapports étroits que la présence d'organes du vol semblerait établir entre cet animal, et les oiseaux ou les chauves-souris (868).

Le nombre et les proportions des os des doigts aux membres antérieurs et postérieurs chez le ptérodactyle exigent de nous un examen détaillé; car leur concordance avec ce que l'on observe dans les organes correspondants chez les lézards nous conduira à d'importantes conclusions.

Comme fait isolé, c'est une chose qui semblera de bien peu d'importance que de savoir si un lézard vivant ou un ptérodactyle fossile ont leur quatrième doigt composé de quatre ou bien de cinq pièces; mais quiconque aura la patience d'étudier les détails de cette structure y trouvera une nouvelle application de ce principe général que des faits en apparence minimes et dénués d'intérêt peuvent acquérir une haute importance si on les met en rapport avec d'autres qui, eux-mêmes, considérés isolément, sembleraient également insignifiants. Il peut arriver que des détails de cette nature, étudiés dans leurs rapports avec les organes ou les proportions d'autres animaux, jettent une vive lumière sur des points du plus grand intérêt en physiologie, et se rattachent par suite aux considérations les plus élevées de la théologie naturelle. L'étude du membre antérieur, chez les lézards actuels, nous fait voir que le nombre des phalanges s'accroît régulièrement d'une, depuis le premier doigt ou pouce qui a deux phalanges, jusqu'au troisième qui en a quatre. Or tel est précisément l'arrangement numérique que l'on observe dans les trois premiers doigts de la main du ptérodactyle.

Ces trois premiers doigts du reptile fossile s'accordent donc par leur structure avec ceux du membre antérieur des lézards actuels; mais, comme le bras du ptérodactyle devait être converti en un organe de vol, les phalanges du quatrième ou du cinquième doigt ont pris un alongement considérable, dans le but de supporter une membrane alaire (869).

Autant les os de l'aile du ptérodactyle offrent d'analogies de nombre et de proportion avec ceux des membres antérieurs du lézard, autant ils s'éloignent complétement par leur arrangement des os qui constituent les doigts extenseurs de l'aile de la chauve-souris (870).

Le nombre des doigts dans les membres postérieurs des ptérodactyles est ordinairement de quatre, le doigt extérieur ou petit doigt manquant; et si nous comparons, pour le nombre et les proportions, ces quatre doigts à ceux des lézards, nous trouvons, quant au nombre, un accord aussi parfait que celui qui existe entre les mem-

(868) Dans une espèce provenant du lias de Lyme-Regis, le pterodactylus macronyx (*Géolog Transact.* nouvelle série et V, iij, pl. xxvii, p. 220), on rencontre une disposition peu commune, dans le but de supporter une tête lourde à l'extrémité d'un long cou, et de lui permettre des mouvements faciles. Cette disposition consiste dans des tendons osseux parallèles aux vertèbres cervicales, et pareils à ceux qui longent le dos du chevrotain pygmée (*moschus pygmæus*) et d'un grand nombre d'oiseaux. Aucune disposition pareille ne se rencontre chez les lézards modernes; tous ont le cou fort court, et aucune disposition analogue n'est nécessaire pour le soutien de leur tête : cette compensation apportée par l'existence de tendons à la faiblesse qui résulte de l'alongement du cou est un exemple de l'emploi dans un ordre éteint des reptiles les plus anciens, d'un mécanisme que nous retrouvons encore aujourd'hui appliqué à produire les mêmes résultats sur d'autres points de la colonne vertébrale, dans certaines espèces de mammifères et d'oiseaux.

(869) Ainsi Cuvier a fait voir que dans le *pt. longirostris* et dans le *pt. brevirostris* le quatrième doigt se composait de quatre phalanges alongées, et que l'absence de la cinquième, ou phalange onguéale, s'explique par ce fait que son existence était sans utilité Dans le *pt. crassirostris*, d'après Goldfuss, cette phalange onguéale existe au quatrième doigt qui se trouve ainsi en avoir cinq, et c'est le cinquième doigt qui s'alonge pour soutenir l'aile; mais au milieu de ces diverses modifications des membres antérieurs on voit persister les nombres normaux tels qu'ils existent dans le type des lézards.

Si, comme paraît l'indiquer l'échantillon dessiné par Goldfuss du *pt. crassirostris*, c'était le cinquième doigt qui prenait un agrandissement insolite dans le but de supporter la membrane alaire, comme dans les lézards le nombre normal des phalanges pour le cinquième doigt est de trois seulement, nous en pouvons conclure que ce doigt alifère n'avait non plus que trois phalanges. Dans l'échantillon fossile, les deux premières seules ont été conservées, de telle sorte que l'addition qu'a faite cet auteur d'une quatrième phalange au cinquième doigt dans la figure restaurée nous semble peu d'accord avec l'ensemble des analogies que présente cette espèce, aussi bien que toutes celles qu'a décrites Cuvier.

(870) Dans la chauve-souris le premier doigt ou pouce est seul libre, et peut seul servir à l'animal pour se suspendre ou pour ramper. Les baguettes sur lesquelles l'aile est tendue sont formées par les quatre autres doigts dont les os métacarpiens ont pris un grand alongement et se terminent par de petites phalanges. C'est là une application de la main des mammifères à la fonction du vol, tout à fait pareille à la modification de la main des lézards, qui s'observe chez le ptérodactyle de l'ancien monde.

bres antérieurs. Dans l'un comme dans l'autre genre, il y a deux phalanges au premier doigt ou pouce, trois au second, quatre au troisième, et cinq au quatrième. Et, quant aux proportions, la pénultième phalange est toujours la plus longue, et l'antépénultième la plus courte; or c'est précisément là ce que l'on observe dans les membres postérieurs des lézards (871). Le but apparent de cette place qu'occupent les phalanges les plus courtes dans le milieu de la longueur des doigts chez les lézards, est de permettre à ces doigts une flexion plus considérable, pour qu'ils puissent entourer et étreindre des rameaux et des branches d'arbres de dimensions diverses, ou s'appliquer sur les inégalités du sol et des rochers dans l'acte de courir ou de grimper (872).

De pareilles concordances dans le nombre et dans les proportions des parties ne peuvent devoir leur origine qu'à un plan préparé à l'avance, pour que chacune fût en harmonie avec les fonctions spéciales qu'elle devait remplir; elles nous permettent d'assigner à un animal éteint la place précise qu'il doit occuper dans une famille de reptiles actuellement existante; et lorsque, dans presque chacun des os qui composent le squelette du ptérodactyle, nous rencontrons tant de particularités caractéristiques de cette même famille, mais modifiées précisément autant que l'exigeait l'introduction d'une fonction nouvelle, la fonction du vol, nous sommes frappés de l'unité de plan qui domine chaque partie, et façonne pour le but d'une locomotion aérienne des organes qui, dans tous les autres genres, sont modifiés dans le sens d'une locomotion terrestre ou aquatique.

La comparaison des extrémités postérieures chez le ptérodactyle et chez la chauve-souris nous fait voir que cette dernière, de même que presque tous les autres mammifères, a trois phalanges à chaque doigt, le pouce excepté, où il y en a deux seulement. Mais les deux phalanges de ce pouce sont égales en longueur aux trois de chacun des autres doigts, de telle sorte que les cinq ongles sont rangés sur une ligne droite, et forment par cette disposition un crochet multiple à l'aide duquel l'animal se suspend dans des antres, la tête en bas, pendant toute la durée de ses longues périodes d'hibernation : le résultat de cet arrangement, c'est que le poids de son corps se partage également entre chacun de ses dix doigts. L'inégalité des doigts du ptérodactyle a dû lui rendre impossible de ranger ainsi ses griffes sur une seule ligne; et comme d'ailleurs il ne lui eût pas suffi d'un ongle seulement pour supporter pendant un long temps le poids du corps tout entier, nous en pouvons conclure que les ptérodactyles ne se suspendaient pas à la manière des chauves-souris. Le volume et la forme des pieds, de la jambe et de la cuisse prouvent que ces animaux pouvaient se tenir debout avec fermeté, les ailes, pliées, et posséder ainsi une progression tout analogue à celle des oiseaux; comme eux aussi, ils ont pu se percher sur des arbres, en même temps qu'ils avaient la faculté de grimper le long des rochers et des falaises en s'aidant des pieds et des mains, comme le font aujourd'hui les chauves-souris et les lézards.

Quant à leur régime, Cuvier pense qu'il se composait d'insectes, et la grandeur des yeux le porte à conclure que c'étaient des animaux nocturnes. La présence de grandes libellules fossiles dans les mêmes carrières de Solenhofen, où l'on rencontre le ptérodactyle, et les élytres de coléoptères qui accompagnent les os de ces animaux dans le calcaire oolitique de Stonesfield près d'Oxford, prouvent qu'à la même époque existaient de grands insectes qui pouvaient leur servir de pâture. Parmi les lézards actuellement existants, un grand nombre des espèces les plus petites se nourrissent d'insectes; mais il en est aussi qui se nourrissent de chair, tandis que d'autres sont omnivores : et comme la grandeur et la force de la tête et des dents chez les deux espèces connues de ptérodactyles excèdent de beaucoup ce qu'exigerait un régime insectivore, on peut penser que les plus grandes espèces se nourrissaient de poissons, sur lesquels ils se précipitaient à la manière des hirondelles de mer. A en juger même par le volume énorme et la puissance de la tête chez le *pt. crassirostris*, ce reptile pouvait non-seulement saisir des poissons, mais encore attaquer et dévorer les quelques petites espèces de marsupiaux qui existaient alors à la surface du globe.

L'étude que nous venons de faire du ptérodactyle nous a montré un des exemples les plus frappants que puisse fournir l'anatomie des animaux anciens de la constance des lois de connexion qui existent entre les espèces éteintes appartenant à la création fossile et les êtres organisés qui peuplent maintenant la surface du globe. Nous avons vu les détails d'organes que leur petitesse semblait dépouiller de toute valeur tirer une importance majeure du genre d'investigation que nous leur avons fait subir. Ces détails nous ont montré, non moins clairement que les membres colossaux des qua-

(871) Si nous admettons avec Goldfuss que le *pt. crassirostris* ait un doigt postérieur de plus que n'en indique Cuvier pour les autres espèces de ptérodactyles, loin qu'il y ait là une violation des analogies dont l'étude nous occupe maintenant, nous ne pouvons y voir qu'un rapport de plus avec les lézards vivants; nous avons vu que cet animal diffère en outre des autres ptérodactyles en ce que c'est le cinquième doigt au lieu du quatrième qui s'agrandit pour supporter l'aile.

Il est cependant probable que le cinquième doigt postérieur n'avait que trois phalanges, par les mêmes raisons qui nous ont déterminés à assigner ce nombre au cinquième doigt antérieur.

(872) Les doigts des oiseaux offrent un pareil arrangement numérique des os, et dans un but tout semblable.

drupèdes les plus gigantesques, une identité numérique, une concordance de proportions qu'il nous est impossible de regarder comme des circonstances dues au hasard, et qui prouvent l'existence d'un but unique, un plan calculé à l'avance, une cause première intelligente de laquelle toutes ces existences tirent leur origine. Nous avons vu que, d'un côté, toutes les règles qui dominent l'organisation dans la famille actuelle des lézards se montrent rigoureusement maintenues dans les ptérodactyles, tandis que d'un autre côté, à titre de lézards créés pour la locomotion aérienne, comme les oiseaux et les chauves-souris, chacun de leurs organes en particulier a été habilement modifié en vue de cette condition nouvelle. Nous nous sommes arrêtés d'autant plus longtemps aux détails de leurs mécanismes que notre pensée s'est trouvée reportée à des âges plus excessivement reculés, et que nous y avons reconnu la main d'un créateur commun, qui ne se manifeste pas seulement dans les mécanismes de notre propre corps ou de celui des myriades de créatures inférieures qui s'agitent autour de nous, mais dont les soins s'étendent même à la structure d'êtres qu'au premier coup d'œil on pourrait prendre pour un tissu de monstruosités.

PTÉROPODES, *Voy.* GASTÉROPODES

PUITS ARTÉSIENS. — (*Homo*) *in petris rivos excidit.* (*Job* XXVIII, 10.) — On a donné ce nom à des fontaines artificielles coulant sans interruption et que l'on obtient en forant un conduit étroit à travers des couches dépourvues d'eau jusqu'aux couches plus basses qui contiennent des nappes souterraines. L'eau de ces dernières, soulevée par une pression hydrostatique, s'élève dans le conduit et parvient ainsi jusqu'à la surface. Le nom de ces puits est tiré de celui de la province d'Artois (*Artesium*) ou depuis longtemps de semblables moyens d'obtenir l'eau étaient d'un usage général.

Les puits artésiens sont de la plus haute importance et du plus grand usage dans certains districts bas et plats où l'eau ne peut être obtenue ni de sources superficielles, ni de puits ordinaires d'une profondeur modérée. Il existe des sources de cette espèce, que l'on désigne sous le nom de *blow wells*, sur la côte est du comté de Lincoln, dans le district bas recouvert d'argile compris entre les plaines de craie des environs de Louth et le bord de la mer. Ce district manquait absolument de sources jusqu'à ce que l'on ait découvert qu'en perçant la couche d'argile jusqu'à la craie sous-jacente, on obtenait une fontaine, jaillissant même sans interruption jusqu'à la hauteur de plusieurs pieds au-dessus du sol

Dans le puits du roi creusé à Sheerness, en 1781, à travers l'argile de Londres, et pénétrant jusqu'aux couches sableuses de la formation d'argile plastique, à la profondeur de 330 pieds, l'eau s'élança violemment du fond, et jaillit jusqu'à huit pieds au-dessus de la surface. (*Voyez* les *Transactions philosophiques* pour l'année 1784). Dans les années 1828 et 1829, deux puits artésiens d'une construction plus parfaite ont été creusés à une profondeur presque égale dans les arsenaux de Portsmouth et de Gosport.

Ces sortes de puits sont maintenant devenus communs aux environs de Londres, où l'on a obtenu dans plusieurs localités des fontaines perpétuelles, en pénétrant profondément, à travers l'argile de Londres, jusque dans des lits perméables de la formation d'argile plastique, ou jusqu'à la craie (873).

MM. Héricart de Thury et Arago en France, et Von Bruckmann en Allemagne, ont publié d'importants traités sur la question des puits artésiens (874). Il paraît qu'il existe dans diverses parties de l'Europe des districts étendus où, sous certaines conditions de structure géologique et à de certains niveaux, des fontaines artificielles peuvent jaillir à la surface des couches où il n'existe pas de fontaines naturelles, fournir de l'eau en abondance pour les usages de l'agriculture et de l'économie domestique, et même pour mettre des machines en mouve-

(873) Un des premiers puits artésiens que l'on ait creusés aux portes de Londres, est celui de Norland-House, au nord-ouest de Holland-House, creusé en 1794, et décrit dans les *Transactions philosophiques* (Londres, 1797). L'eau de ce puits provient des couches de sable de la formation d'argile plastique; mais les tuyaux sont tellement exposés à être obstrués par le sable qu'entraînent les eaux de cette formation que maintenant l'on préfère généralement traverser ces couches sableuses, jusqu'à la craie sous-jacente. L'eau s'élève jusqu'à la surface du sol des districts bas situés à l'ouest de Londres, dans le puits artésien qui se voit devant le palais épiscopal à Fulham, et dans celui du jardin de la société d'horticulture. On en a construit à Brentford plusieurs semblables, dans lesquels l'eau jaillit à quelques pieds au-dessus de la surface.

On a observé que cette hauteur à laquelle les eaux s'élèvent au-dessus du sol diminue à mesure que s'accroît le nombre des puits perpétuels, et qu'en les multipliant au delà d'un certain degré, on arrive à déterminer l'écoulement des eaux avec une vitesse tellement supérieure à celle qu'elle possède dans les interstices de la craie, que ces sortes de fontaines cessent alors de couler, bien que les eaux montent dans leur intérieur, et se maintiennent presque de niveau avec la surface du sol.

Toutes les couches perméables situées plus bas que cette ligne doivent être occupées par des nappes souterraines permanentes, si l'on en excepte les points où des failles ou d'autres causes créent des écoulements locaux. Là où il n'existe pas de ces écoulements, les eaux s'élèvent, par l'effet de la pression hydrostatique, jusqu'au niveau de la ligne horizontale dans toutes les perforations faites à travers l'argile de Londres, et pénètrent soit jusqu'aux lits sableux de la formation d'argile plastique, ou jusqu'à la craie.

(874) HÉRICART DE THURY, *Considérations sur la cause du jaillissement des eaux des puits forés*, 1829. — ARAGO, *Notes scientifiques*, Annuaire pour l'an 1835. — VON BRUCKMANN, *Über Arthesische Brunnen*, Heilbronn am Neckar, 1833.

ment. Les quantités d'eau que l'on obtient de cette manière dans l'Artois, sont souvent assez puissantes pour faire tourner des moulins à blé.

Dans le bassin tertiaire de Perpignan, et dans la craie de Tours, les eaux forment des sortes de rivières souterraines qui y exercent de bas en haut d'énormes pressions. Il existe un puits artésien dans le Roussillon, dont l'eau s'élève de trente à cinquante pieds au-dessus de la surface. A Perpignan et à Tours, d'après M. Arago, la force ascensionnelle de l'eau est telle qu'un boulet de canon jeté dans le conduit d'un puits artésien en est violemment rejeté par la force du courant.

On a tiré parti dans quelques localités de la température élevée que possèdent les eaux provenant de grandes profondeurs. Dans le Wurtemberg, M. Von Bruckmann a employé l'eau de puits artésiens à échauffer une manufacture de papier à Heilbronn, et à prévenir pendant l'hiver la formation de la glace autour des roues motrices des moulins. On a mis les mêmes moyens en usage dans l'Alsace, et à Constadt, près de Stuttgard. On a proposé d'appliquer la chaleur des sources ascendantes au chauffage des serres. Depuis longtemps les puits artésiens sont en usage dans le duché de Modène, et on en retire également de grands avantages en Hollande, en Chine (875) et dans l'Amérique du Nord. Il est probable que grâce à ces sources artificielles on pourrait trouver de l'eau sur beaucoup de points des déserts de sable de l'Asie et de l'Afrique ; et il a été question d'en établir une série le long de la grande route qui traverse l'isthme de Suez.

J'ai cru qu'il importait que je traitasse la théorie des puits artésiens, par cette considération qu'un emploi plus fréquent de ces fontaines jaillissantes rendrait facile d'obtenir de l'eau douce sur plusisurs points du globe, et en particulier dans certains districts bas et plats, où il n'existe pas d'autres moyens de se procurer cette nécessité première de la vie ; puis aussi par cet autre motif que la théorie de leur mode d'action rend compte de l'une des dispositions les plus communes et les plus importantes dans l'économie souterraine du globe, de celle qui a pour but la production des sources naturelles.

Ainsi le résultat de la disposition première des couches combinée avec les bouleversements qu'elles ont subis depuis cette époque, a été de convertir la croûte terrestre tout entière en un grand et harmonieux appareil d'hydraulique, qui concourt sans cesse avec la mer et avec l'atmosphère pour répartir l'eau douce sur toute la surface habitable de notre planète (876).

Parmi les résultats secondaires, et qui sont un bienfait pour l'homme, de la part accordée aux failles et aux dislocations des couches dans le système d'arrangements curieux qui constitue l'économie souterraine de notre planète, nous ne devons pas omettre cette circonstance que c'est le plus souvent par les fissures que les eaux *minérales* et *thermales* sont amenées à la surface, où elles apportent un soulagement à plusieurs des infirmités de l'espèce humaine (877).

« Ainsi toute cette merveilleuse hydraulique des sources et des rivières, et dans le but d'en assurer le jeu continu, ce système si admirablement coordonné des collines et des vallées ; cette alimentation tout à la fois *intermittente* par la pluie des cieux, et *continue* par d'inépuisables réservoirs qui viennent se distribuer à la surface en des milliers de fontaines dont le cours de s'arrête jamais, ce sont là des arrangements qui doivent nous frapper tout à la fois, et par leur nature même et par leur haute importance dans l'économie du globe. La terre et

(875) Un moyen économique de percer les puits artésiens, et de sonder pour la recherche de la houille ou pour toute autre cause, est celui qu'a mis en pratique M. Sellow, aux environs de Saarbruck. Au lieu du procédé lent et coûteux dans lequel on emploie une série de barres de fer vissées les unes au bout des autres, il emploie un lourd cylindre en fonte, d'environ six pieds de long, avec un diamètre de quatre pouces, armé à son extrémité inférieure d'un ciseau tranchant, et entouré d'une chambre creuse destinée à recevoir, au moyen de valves, les détritus qui se forment dans l'opération, et à les entraîner au dehors.

L'appareil est suspendu à l'extrémité d'une forte corde qui passe sur une roue ou sur une poulie construite au-dessus de l'ouverture du trou. A chaque mouvement qui élève ou abaisse la corde en l'enroulant autour de la roue, sa torsion suffit pour déterminer un mouvement de rotation du cylindre, et varier ainsi la position du ciseau tranchant.

Lorsque la chambre est remplie, l'appareil entier est ramené à la surface pour y être nettoyé, puis redescendu à l'aide de la même roue. Ce procédé était depuis longtemps mis en pratique par les Chinois, lorsqu'on en a introduit l'usage en Europe ; et l'on assure que ce peuple a poussé ainsi ses travaux de perforation jusqu'à une profondeur de mille pieds. M. Sellow a creusé avec cet instrument des conduits de dix-huit pouces de diamètre et de plusieurs centaines de pieds de profondeur, ayant pour but la ventilation des mines de houille de Saarbruck. L'emploi général de cette méthode substituée à la première peut devenir d'une haute importance publique, surtout dans les cas où l'on aura à aller chercher l'eau à de grandes profondeurs.

(876) Les sources intermittentes, les puits à flux et à reflux, et beaucoup d'autres moindres irrégularités dans les phénomènes hydrauliques des issues naturelles de l'eau à la surface de la terre, dépendent d'accidents locaux, tels que l'interposition de siphons, de cavités et d'autres causes de trop peu d'importance pour que nous en ayons déjà dû faire mention dans les coups d'œil généraux que nous venons de jeter sur les causes auxquelles les sources doivent leur origine.

(877) Le docteur Daubeny a fait voir qu'un grand nombre de sources thermales les plus fréquentées sortent de fissures situées sur les grandes lignes de dislocation des couches. — Daubeny, *on Thermal springs.* (*Edimb. Phil. Journal*, avril 1832, p. 49.)

Le professeur Hoffmann a fait voir que l'on avait des exemples de ces fissures situées dans l'axe de *vallées d'élévation*, et donnant naissance à des eaux ferrugineuses à Pyrmont et dans d'autres vallées de la Westphalie.

la mer sont dans des proportions si parfaites, que l'évaporation qui se fait à la surface de l'une suffit à alimenter d'eau la surface de l'autre, sans que la première en soit elle-même appauvrie ; l'atmosphère a été interposée pour être le véhicule de cette magnifique et incessante circulation ; dans cette évaporation, les eaux sont séparées de leur sel qui, d'une utilité majeure pour la conserver à l'état de pureté dans la mer, les rendait impropres au soutien de la vie dans les animaux et les végétaux terrestres : ainsi purifiées, et versées par les nuages sur la surface de la terre, elles y répandent l'abondance, et elles y alimentent ces réservoirs inépuisables d'où elles retournent par les sources et les rivières à leur océan natal. N'y a-t-il pas dans cette ensemble de faits, tant de preuves d'une harmonie de moyens avec leurs fins, d'une sagesse providentielle, de desseins pleins de bienveillance et d'une puissance infinie, qu'il faudrait être atteint de folie, pour n'y pas reconnaître la preuve des attributs les plus élevés du créateur ? » (Buckland, *Leçon inaugurale*, 1819, p. 12.)

Notice sur le puits artésien de Grenelle.— Lorsqu'en 1824, M. Péligot, l'un des administrateurs des hospices de Paris, eut la pensée de tirer parti, dans l'intérêt de son administration, des sources minérales, dès longtemps abandonnées, d'Enghien, il sentit la nécessité de s'assurer, avant tout, d'eau potable. Il fit venir de l'Artois un atelier d'ouvriers sondeurs qui forèrent, avec une peine que nulle difficulté ne justifiait dans un terrain d'alluvion, le premier puits dit *artésien*, des environs de Paris, celui qui se voit dans le grand jardin des bains d'Enghien. M. Mulot, serrurier jusqu'alors, et étranger à l'art du sondage, habitait à Epinay ; il mit, à voir creuser ce puits, un intérêt extraordinaire, et dès lors sa vocation lui fut révélée. Autrefois, le Corrège, devant un tableau de Raphaël, s'était écrié avec une noble confiance en lui : *Et moi aussi je suis peintre !* M. Mulot, devant l'œuvre des Artésiens, semble s'être dit : *Et moi aussi je suis sondeur !* Il exécuta sur-le-champ le second sondage de la contrée, à Epinay même, pour madame la marquise de Groslier, femme respectable, qui, en produisant, comme il devait l'être, cet habile sondeur en germe, a acquis tant de droits à la reconnaissance de l'industrie artésienne. Quant à M. Mulot, son début fut un succès, et c'est en creusant le moindre puits de France, qu'il préluda à l'œuvre de Grenelle, gigantesque par sa profondeur, merveilleuse par son produit, et qu'il y attacha un nom qui, désormais, ne périra pas plus que l'œuvre.

Ce que la nature fait par son essence même, dans l'émission des eaux souterraines, l'art peut souvent l'obtenir aussi. Dans le sujet que nous traitons, il peut percer la terre jusqu'aux couches intérieures entre lesquelles l'eau circule, et la faire jaillir jusqu'au niveau du sol, où ces couches, exposées au contact de l'air, ont reçu l'eau du ciel sous la forme de neige, de pluie ou d'eau courante, qui, originairement, vient du ciel aussi. En effet, malgré tous les systèmes qui ont été émis pour expliquer la source des fontaines en général et celle des puits forés en particulier, l'eau du ciel seule est cette source cherchée ou rêvée ailleurs par quelque mauvais physiciens ou par des écrivains systématiques.

La pluie est donc la vie de tout ce qui respire. L'homme, l'animal et la plante en absorbent une partie, l'évaporation une autre, et l'infiltration absorbe le reste de ce qui ne forme pas les fleuves, les lacs et les mers.

Pour ne traiter que de l'absorption des eaux pluviales par la terre, elle s'opère lorsque ces eaux tombent ou passent sur des couches terrestres aptes à les retenir, telles que celles de rochers à fissures nombreuses, de craies fendillées, de sables perméables. Le globe est composé de couches successives, de substances et de densités diverses, et un espace de temps quelquefois considérable s'est écoulé entre la formation de chacune d'elles. Si nulle révolution n'avait interrompu l'ordre suivant lequel s'est opéré ce grand travail d'enfantement, voici comment on trouverait ces couches rangées par toute la terre : les terrains primitifs ou le noyau central, les terrains secondaires et les terrains tertiaires.

« Les terrains primitifs, dit M. Arago (*Annuaire* 1833, 1834), sont peu ou rarement *stratifiés*, c'est-à-dire par couches. Les fentes des rochers granitiques, les crevasses qui séparent chaque masse de la masse contiguë ont, en général, peu de largeur et peu de profondeur, et communiquent rarement entre elles. Dans ces terrains, les eaux d'infiltrations ne doivent donc avoir que des trajets souterrains très-bornés. Chaque filet liquide achève son cours, pour ainsi dire isolément et sans se fortifier par l'addition de filets voisins. En effet, dans ces terrains, les sources sont très-multipliées, mais elles sont faibles et sourdent toutes à de petites distances de la région de laquelle l'infiltration des eaux pluviales s'est opérée. Ce ne serait donc pas là qu'il faudrait aller chercher des sources jaillissantes.

« Les terrains secondaires sont composés de diverses espèces de rochers. Ils affectent, en général, la forme d'immenses bassins ; c'est-à-dire qu'après avoir été de niveau dans une grande étendue, ils éprouvent une dépression au centre et se relèvent aux extrémités, de manière à circonscrire la partie horizontale dans une enceinte de collines ou de montagnes. Les roches secondaires sont disposées par couches, dont certaines, souvent fort épaisses, se composent de sables en partie désagrégés et très-perméables. Ces couches perméables, en se relevant vers les extrémités des bassins, se présentent à nu sur les flancs des collines et des montagnes. Les eaux pluviales y forment, par infiltration, des nappes liquides continues, qui, lorsque les couches ont une forte déclivité, doivent se mouvoir avec vitesse vers les parties basses. Parmi les terrains secondaires, il en

est un, le calcaire crayeux, qui est sillonné dans tous les sens, et particulièrement dans sa partie supérieure, par des millions de fissures. Les eaux pluviales peuvent donc le traverser avec facilité quand elles l'atteignent, et circuler dans sa masse jusqu'aux plus grandes profondeurs; c'est dans un terrain de cette nature qu'ont été forés les puits de Rouen et celui de Grenelle.

« Les terrains tertiaires sont stratifiés, c'est-à-dire composés d'un nombre plus ou moins considérable de couches superposées et séparées les unes des autres par des joints nets et bien tranchés. Comme les terrains secondaires sur lesquels ils posent, ils ont la forme de bassins, mais en dimensions d'ordinaire moins étendues, et ils doivent aussi cette forme, ou le plus souvent du moins, au redressement des couches. C'est en se redressant ainsi que les éléments constitutifs des terrains tertiaires ont formé la bordure de coteaux et de collines qui les entourent.

« Dans l'acte du redressement de la masse totale de ces terrains, toutes ces couches, le plus ordinairement, se déchirent, se morcellent; il en résulte qu'elles sont a nu et qu'elles se montrent au jour sur les flancs et les sommets des collines. Dans la série de couches de diverses natures qui, rangées en tout lieu suivant un ordre constant, composent les terrains tertiaires, se trouvent à plusieurs étages, des couches de sables perméables, que les eaux pluviales parcourent, d'abord dans la partie très-inclinée en vertu de la pesanteur du liquide, ensuite dans les branches horizontales, à raison de la pression exercée par l'eau que les portions relevées des couches n'ont pas encore laissé écouler. Il faut donc s'attendre, en chaque localité, à trouver au sein du massif tertiaire autant de nappes liquides souterraines qu'on y comptera d'étages distincts de couches sablonneuses reposant sur des couches imperméables.

« Les terrains tertiaires sont plus aptes que les autres à l'établissement des puits artésiens, par ce qu'ils contiennent toujours à leur base des couches de sable surmontées d'argiles imperméables, et parce qu'ils sont moins sujets que les terrains plus anciens aux phénomènes de dislocation qui dérangent l'harmonie de l'hydrographie souterraine. Les couches y sont plus faciles à observer. Si, du centre d'un bassin hydrographique, on s'élève en suivant une marche inverse à celle de la pente des eaux, on voit que le pays s'élève aussi, et l'on peut compter les affleurements des couches successives de tous les dépôts superposés. Ces affleurements sont visibles sur une traversée d'autant plus large que les couches seront plus puissantes ou moins inclinées.

« Au sein des massifs minéralogiques, il y a tantôt plusieurs nappes liquides superposées et à peu près stationnaires, tantôt des nappes d'eau courante, véritables rivières souterraines, qui souvent circulent avec rapidité dans des intervalles compris entre certaines couches imperméables, intervalles que l'eau se fait elle-même en désagrégeant les sables et en les entraînant en partie. »

J'ai dit que l'eau courante à la surface de la terre contribue à la formation des réservoirs intérieurs et je le redis, parce qu'ordinairement on ne le fait point remarquer. En effet, les rivières, dans le lit où elles coulent, rencontrent nécessairement les affleurements de quelques couches de sable ou de craie. Eh bien, elles s'y infiltrent nécessairement aussi, et souvent même elles y disparaissent sans retour. Les exemples de ces faits sont par centaines. Il y a donc de l'eau en abondance dans l'intérieur des terrains secondaires et tertiaires. Mais par quelle force jaillit-elle au dessus du sol au commandement de l'homme? M. Arago va nous l'expliquer avec sa lucidité ordinaire

« Si l'on verse de l'eau dans un tuyau recourbé en forme d'U, dit le savant physicien, elle s'y met de niveau et se maintient dans les deux branches à des hauteurs verticales exactement égales entre elles. Supposons que sa branche gauche communique par le haut à un réservoir qui puisse l'entretenir constamment pleine; que la branche droite soit coupée par le bas; qu'il n'en reste qu'une partie courbe, mais dirigée verticalement, et que celle-ci enfin soit fermée par un robinet: lorsque ce robinet sera ouvert l'eau s'élancera en l'air par le tronçon de la branche coupée de droite, jusqu'à la hauteur où elle s'élevait quand cette branche existait tout entière. Elle remontera de la quantité dont elle était descendue à partir du niveau du réservoir qui alimente sans cesse la branche opposée.

« Les deux hypothèses ont été réalisées en grand : la première dans les *soutérazi* des Turcs et dans la plupart des conduits servant à distribuer les eaux d'une source élevée aux différents étages des maisons d'une ville; la seconde, dans les conduits souterrains destinés à former des jets-d'eau dans les jardins d'agrément.

« Lorsque les anciens voulaient amener l'eau d'un coteau sur le coteau opposé, ils construisaient à grands frais, dans la vallée intermédiaire, des ponts aqueducs. Les Turcs résolvent le problème d'une manière plus économique. Ils établissent, le long du penchant du coteau d'où part la source, un conduit descendant qui traverse ensuite la vallée et qui remonte la pente du second jusqu'à la hauteur, très à peu près, d'où elle est descendue. »

Maintenant arrêtons le conduit, soit avant la vallée, soit au milieu, soit même sur le penchant du côte opposé, et n'offrons au liquide dont il est rempli qu'une issue recourbée vers le ciel : il jaillira verticalement et d'autant plus haut que la source alimentaire sera plus élevée. C'est un soutérazi qui partant du haut du jet de Grenelle, en porte l'eau sur la montagne Sainte-Gene-

vière ; c'est un *soutérazi*, dont le réservoir est sur les hauteurs de Chaillot, qui donne le grand jet des Tuileries ; c'est un *demi-soutérazi* ascendant qui, à l'aide d'une pompe foulante, élève jusqu'à l'aqueduc de Marly, l'eau prise dans la Seine pour les besoins de Versailles.

« Rappelons-nous maintenant la manière dont la pluie pénètre dans les couches perméables des terrains stratifiés ; n'oublions pas que c'est seulement sur le penchant des collines ou à leur sommet, que ces couches se montrent à nu par leur tranche ; que là est leur prise d'eau ; que ces couches aquifères, après être descendues le long du flanc des collines qui les brisèrent jadis en les soulevant, s'étendent horizontalement, ou à peu près, dans les plaines ; qu'elles sont souvent comme emprisonnées entre deux couches imperméables de glaises, d'argiles ou de roches ; et nous concevrons l'existence de nappes liquides souterraines, qui se trouvent naturellement dans les conditions hydrostatiques dont les tuyaux de conduite ordinaires, dont les *soutérazi* nous offrent des modèles artificiels ; et un trou de sonde pratiqué dans les vallées, à travers les terrains supérieurs jusques et y compris la plus élevée des couches imperméables entre lesquelles une nappe aquifère est renfermée, deviendra la seconde branche du tuyau en forme d'U proposé pour exemple, ou, si l'on veut, d'un *soutérazi*. Le liquide s'élèvera dans ce trou de sonde à la hauteur que la nappe correspondante conserve sur les flancs de la colline où elle a pris naissance. Alors on concevra comment, dans un terrain horizontal donné, les eaux souterraines, placées à divers étages, peuvent avoir des forces ascensionnelles différentes ; alors chacun s'expliquera pourquoi la même nappe jaillit ici à une hauteur, tandis que plus loin elle ne monte pas jusqu'à la surface du sol. De simples inégalités de niveau deviendront les causes suffisantes de toutes ces dissemblances. »

Il faut dire cependant que la figure de l'U, excellente pour démontrer sur le tableau noir le mécanisme du simple jet d'eau, ne suffit pas pour rendre raison de l'ascension de l'eau dans le puits foré. Le grand dispensateur des eaux du ciel, *qui aquas appendit in mensura, quando ponebat fluviis legem*, ne trace pas de simples U dans la terre. Dieu fait descendre partout la rosée, il fait pleuvoir partout, et conséquemment sur tous les bords relevés d'un bassin géologique : les couches perméables de ce bassin viennent, comme les autres, affleurer le sol : elles reçoivent et transsudent donc par tous leurs pores l'eau des rivières, des lacs et des étangs qui se perdent en tout ou en partie, et l'eau fluviale qui tombe sur la tranche nue qu'elles montrent au sommet des bords du bassin.

Par exemple, un lieu donné étant le centre d'un bassin tertiaire semblable, inscrit dans un espace considérable et à peu près circulaire, toutes les eaux qui tomberont, toutes les rivières qui couleront, tous les lacs qui reposeront sur la surface des terrains sablonneux de ce cercle, arriveront par infiltration au fond de ce bassin. Ces eaux s'y amasseront sans pouvoir jamais remonter au niveau du sol. Mais qu'en un lieu quelconque de la superficie du bassin on pratique un sondage jusqu'à la couche perméable de sables et de pierrailles, qui est imprégnée de liquide à la manière d'une éponge, l'eau, poussée vers le centre du bassin par sa pesanteur propre et par le poids de l'eau qui s'accumule sans cesse derrière elle et sur elle, se soustrait nécessairement à cette double pression par le passage perpendiculaire que la sonde lui aura offert, et elle remontera dans ce trou, et même dépassera son orifice presque à la hauteur de celui des bords du bassin qui est le moins élevé.

Afin d'épuiser ce que l'on peut dire sur le mécanisme de l'ascension de l'eau dans un puits foré, donnons ici, tout en demandant grâce pour quelques redites inévitables, un exemple en petit de ce que c'est qu'un bassin géologique.

Supposons un de ces vases qu'en chimie on nomme *capsules ;* qu'il soit le plus grand et le plus évasé possible, et que ses bords soient festonnés par des dentelures plus ou moins égales et profondes. Mettons au fond de ce vase une légère couche de sable ; posons sur ce sable une seconde capsule d'une moindre dimension, et dont les bords soient moins élevés aussi que ceux de la première ; emplissons de même avec du sable, et jusqu'à l'affleurement des deux capsules, l'intervalle qui les sépare, et nous aurons là une couche perméable, entre deux couches imperméables. Opérons aussi avec une troisième, on aura deux couches perméables entre trois imperméables, et ainsi de suite ; et toujours en diminuant leurs dimensions et en abaissant leurs bords dentelés, nous aurons alors un bassin géologique en relief, avec ses inégalités de surface et sa dépression au centre.

Représentons-nous ensuite notre relief comme placé sous un réservoir d'eau, d'où le liquide, sortant en quantité et à intervalles inégaux, ainsi que la pluie tombe, passe au travers d'un tamis, et se répand tantôt sur toute la surface du bassin, et tantôt sur une partie seulement. Cette eau pénétrera peu à peu les couches de sable ; par son poids, elle descendra au fond des capsules, et les pénétrera. Retenue entre les capsules qui sont imperméables, elle n'aura plus qu'un mouvement passible, celui d'oscillation, c'est-à-dire d'ascension et d'abaissement alternatifs, selon qu'il aura ou qu'il n'aura point plu de tel ou tel autre côté du bassin : mais la nappe liquide sera toujours au même niveau dans tout le pourtour des couches perméables dont l'U ne représente réellement qu'une coupe verticale.

Si la pluie continue au point que les couches perméables ne puissent plus rien absorber, l'eau en débordera, et, se répandant à

la surface du bassin, elle y circulera en ruisseaux et en rivières, entre les dentelures des capsules ou couches imperméables, dentelures qui représentent les vallées par lesquelles toute eau qui n'a point été évaporée ou infiltrée se rend à la mer.

Maintenant, donnons un coup de sonde en quelque lieu de la surface de notre bassin que ce soit, et poussons l'instrument jusqu'au fond de celle des capsules où nous croirons trouver le jet qui nous conviendra le mieux pour son élévation, son abondance et le degré de température de son eau; et cette eau, sauf les anomalies possibles, en sortira forcément par le tuyau que nous lui aurons envoyé. Elle montera, parce qu'elle est prisonnière, et elle est captive, parce qu'elle a à supporter le poids de l'eau qui pèse sur elle de toutes les parties supérieures de la couche perméable et qui la contraint, par conséquent, à entrer dans la voie que nous lui avons ouverte, et où elle n'a à vaincre que le poids infiniment moins lourd de la colonne atmosphérique.

Je n'ai pas pu dire l'économie générale d'un bassin géologique, sans avoir fait connaître, en particulier, la disposition du bassin dans lequel le puits de Grenelle a été foré, et dont la sonde a mis au jour la composition que voici :

1° Un terrain tertiaire ou supercrétacé, formé de terre d'alluvion ou de transport, de sables, de lignites pyriteux, de marnes, d'argiles bleues, jaunes, etc.	41 mètres.
2° Une grande masse de craie blanche, alternent avec des bancs de silex pyromaques très-durs.	99
3° Une craie grise ou tuffeau, sans silex, très-dure par places et très-difficile à percer.	25
4° Une craie bleuâtre à pyrites ferrugineuses, craie verdâtre argileuse.	341
5° Une argile weldienne, un sable vert argileux, nommé sable du gault, un sable argileux avec corps organisés fossiles, tels que vénéricardes, ammonites, peignes, gryphées, dents de squales, etc.	42
	548 mètres.

Selon l'usage des ingénieurs-sondeurs, M. Mulot, pendant le forage de l'abattoir, avait conservé, dans un casier, un spécimen de chacune des terres que sa sonde traversait, et dont il avait, avec soin, constaté la nature et noté les épaisseurs. M. Bizet, conservateur des abattoirs, homme d'esprit et de goût, eut un jour l'ingénieuse pensée de réunir ces fragments, et, en les rétablissant les uns sur les autres dans leur ancien ordre géologique, d'en composer le plan en relief d'un vide, je veux dire du puits de Grenelle. Il fit souffler pour cela un tube ou colonne cylindrique, en verre, de la circonférence d'une pièce de 5 francs, et haut de 548 millimètres, c'est-à-dire d'autant de millimètres que le sondage a de mètres, comme le témoigne une échelle métrique qui règne extérieurement dans toute la hauteur du tube. Quand ce tube eut été implanté dans un socle, il en couvrit le fond d'un rond de glace polie pour figurer la nappe d'eau artésienne. Sur l'eau ainsi représentée, il commença, à l'aide de M. Mulot, à l'emplir avec les matières extraites du puits, mais dans l'ordre inverse à celui de leur extraction, et en se conformant avec scrupule, pour l'épaisseur de chaque couche, à l'échelle tracée sur le verre, et aux notes de M. Mulot, vérifiées par M. Elie de Beaumont. Ainsi, sur la couche aquifère posent, comme dans la nature :

1° Du sable ou gravier quartzeux de la mince couche aquifère;

2° Des argiles sableuses, etc.;

3° De la craie, etc., et ainsi de suite, en remontant jusqu'au sommet de la colonne transparente, dont la couche supérieure est du sable pris sur le sol même de l'abattoir,

De l'idée de faire connaître par un relief la disposition des terrains d'alluvion entre eux, à celle d'assurer la perpétuité à ce fragile monument par la gravure, il n'y avait qu'un pas; M. Bizet le fit, et le relief désormais ne périra pas tout entier. D'ailleurs, l'état du casier de M. Mulot ayant permis à M. Bizet d'en tirer assez de matériaux pour une seconde colonne, il l'exécuta avec un égal succès, et il l'offrit à M. le préfet de la Seine, dans les appartements de qui elle attire constamment les regards.

La géologie est forte aujourd'hui d'assez de faits pour que l'on puisse à son aide juger à l'avance, d'abord, si l'on doit ou non creuser dans un lieu donné, et c'est une obligation de probité, pour un ingénieur-sondeur, d'être bon géologue; ensuite, pour déterminer à quelle profondeur, à peu près, on rencontrera la nappe jaillissante; pour désigner dans leur ordre et selon les localités, la nature et le nombre des terrains qu'il faudra traverser; pour prévoir, jusqu'à un certain point, les obstacles que l'on aura à vaincre; pour évaluer la hauteur à laquelle l'eau jaillira; pour calculer le degré de chaleur qu'aura cette eau à son issue; enfin, pour obtenir, en creusant plus ou moins, un jet plus ou moins élevé en hauteur et en température, et plus ou moins approprié, par conséquent à l'usage qu'on veut faire du volume, de l'élévation, de la chute, de la température, etc., de l'eau fournie par ce jet.

Les forages artésiens ne s'entreprennent donc plus au hasard. On ne cherche plus d'eau jaillissante dans des lieux où, par la nature du sol, il est certain d'avance que l'on ne saurait en trouver. Par exemple, à Grenelle, tout avait été préalablement étudié, plusieurs circonstances essentielles avaient été prévues, l'eau était attendue, avant que le premier coup de sonde eût été frappé.

En 1832, le conseil municipal, pénétré de cette vérité que la capitale manque d'eau, non-seulement pour son embellissement, mais encore, ce qui est plus grave, pour sa salubrité et pour les usages de la vie, dé-

cida en principe que trois puits artésiens y seraient creusés simultanément, et l'exécution fut confiée, pour celui du Gros-Caillou, à MM. Flachat frères; celui du carrefour de Reuilly, à M. Degousée, et celui de la Madeleine, à M. Mulot. Mais ce qui a droit d'étonner, c'est qu'il ne vota que 6,000 francs pour chacun de ces sondages. Cette inexplicable parcimonie eut l'effet qu'on devait en attendre, elle fit avorter sur-le-champ le projet.

M. Mulot, dont la sonde s'était déjà exercée inutilement jusqu'à 170 mètres, à Suresnes, chez M. de Rothschild; à 250 mètres, à Châtres; à 330 mètres, à Laon, etc., démontra, par sa propre expérience, que si l'on ne se décidait point à descendre jusqu'au-dessous de la craie du terrain secondaire, on n'obtiendrait jamais une source jaillissante de quelque abondance, et il parvint à convaincre de cette vérité M. Emmery, alors ingénieur en chef des eaux de Paris. Le préfet de la Seine, M. de Bondy, saisi de la question, prit conseil de la science. Ils s'adressa à M. le vicomte de Thury, à qui M. Arago, interprète de la reconnaissance publique, se plaît à rendre justice en rappelant le rôle actif qu'il joua dans la croisade de la science artésienne contre l'ignorance et l'apathie. Le magistrat trouva le savant d'un sentiment conforme, dans la théorie, à celui que le sondeur avait émis dans la pratique. Il lui demanda un rapport, que M. de Thury lui soumit en effet, et dont les conclusions savamment déduites étaient, qu'on ne trouverait d'eau jaillissante dans le bassin géologique de Paris qu'entre 500 et 550 mètres; et nous avons déjà vu qu'obéissante aux prévisions de la science, elle a paru à 548 mètres. Mais le conseil municipal ne se rendit qu'à demi, et ne vota encore que 100,000 francs pour un percement de 400 mètres. C'était trop pour un essai; ce n'était point assez pour obtenir de l'eau. Quoi qu'il en soit, les cinq abattoirs, lieux de très-grande consommation d'eau, coûtaient alors à la ville 34,000 francs environ par année pour leur approvisionnement; il était donc naturel que l'administration commençât, pour alléger ce chapitre onéreux de dépense, par forer dans l'un de ces abattoirs le puits projeté, et M. de Rambuteau, successeur de M. de Bondy, se décida pour celui de Grenelle.

En conséquence, c'est là que, dans un bassin existant au milieu de la cour, fut donné le premier coup de sonde, le 30 novembre 1833, par M. Mulot, qui avait soumissionné cette grande entreprise. C'est là qu'il a déployé l'activité qui le caractérise, au milieu des mécomptes inouïs et qui durent souvent troubler son sommeil.

Le cahier des charges lui permettait de pousser le percement jusqu'à 400 mètres, après qu'il en aurait obtenu l'autorisation du conseil municipal. A la fin de 1835, il était descendu à 400 mètres; mais de cette époque même datent les plus terribles malheurs que sondeur puisse éprouver. En 1840, arrivé à 500 mètres, il lui fallut solliciter une nouvelle autorisation et un supplément d'allocation; et comme rien ne venait au gré de son impatience, M. Mulot, animé d'un patriotisme trop rare de nos jours, déclara qu'il poursuivrait le forage à ses frais, et il reprit sa sonde. Il ne lui avait été alloué à grand'peine que 263,000 francs. Il prit presque 40,000 francs sur sa propre fortune; il était prêt à dépasser cette somme; il allait peut-être consommer sa ruine, lorsque, le 26 février 1841, enfin l'eau vint; et M. Mulot recueillit, par un succès qui déposait en faveur de sa conviction profonde, la récompense d'une générosité sans analogue jusqu'à lui, et à laquelle nous sommes redevables d'un monument grand par lui-même, autant qu'il est précieux pour l'exemple qu'il lègue à l'avenir de l'industrie artésienne. Cet exemple, en effet, prouve que, partout où l'on voudra percer la couche de craie dans les gisements où l'on saura qu'elle repose sur une succession alternante d'argiles, du gault et de sables, on trouvera l'eau jaillissante. Pourquoi ne reprendrait-on pas alors les sondages abandonnés de Troyes, de Châtellerault, de Saint-André (Eure), de Chartres, de l'Ecole-Militaire, etc.? Qui sait si, dans certains de ces sondages, on ne s'est point arrêté lorsqu'il n'y avait plus que quelques mètres à forer?

Pendant les travaux, le public s'occupa beaucoup de la question du jaillissement. M. Arago, qui, appuyé sur sa haute raison, n'a cessé un instant de soutenir dans le conseil municipal que le succès du puits de l'abattoir était infaillible si l'on avait assez de persévérance pour traverser toute la couche de craie; M. Arago, à qui l'on est par conséquent redevable, non-seulement de l'admirable puits obtenu, mais encore de tous ceux que la certitude d'obtenir de l'eau en abondance sous la craie va désormais faire naître; M. Arago avait démontré, par l'exemple des forages d'Elbeuf, où il avait fait élever des tubes extérieurs jusqu'à la hauteur de 25 à 27 mètres, que si l'on rencontrait à Paris la même nappe d'eau, elle arriverait à la surface du sol. Il ajoutait : « Si d'un puits d'Elbeuf, qui est à 8 mètres au-dessus de la mer, l'eau pouvait s'élever de 25 à 27 mètres au-dessus du sol, ce serait donc à 33 ou 35 mètres au-dessus du niveau de l'Océan. Or, Paris n'est qu'à 31 mètres au-dessus de ce même niveau. En tombant donc dans la même nappe, l'eau montera au-dessus de la surface du sol parisien. »

Enfin, M. Walferdin savant physicien, qui a fait avec M. Arago d'importantes observations de température à Grenelle, arrivait à la même conclusion par une voie différente. En 1839 (novembre), il informait l'Académie des sciences qu'il s'était mis à la recherche de l'un des points d'infiltration des eaux, c'est-à-dire des endroits où les couches argileuses du gault et des sables verts inférieurs à la craie viennent affleurer la surface du sol. Dans la pensée que les cours d'eau superficiels pouvaient être considérés

jusqu'à un certain point, comme indices extérieurs des cours souterrains, et remontant la pente naturelle que suivent les eaux à la surface du sol, et qui est indiquée par le cours des sources de la Marne, de la Seine et de leurs affluents, il avait cherché les limites de la craie dans la direction du S.-E. de Paris; et dans le voisinage de Lusigny, à 18 kilomètres au delà de Troyes, il avait rencontré les argiles et les sables verts dans lesquels se forment les orifices par où les eaux commencent à s'infiltrer et à donner naissance à la nappe d'eau que l'on espérait trouver à Grenelle. Or, ce point est d'environ 100 mètres plus élevé que le sol de l'abattoir; et tous les endroits où ces sables verts ont été observés, tels que la Charité (Nièvre), Allichamps (Haute-Marne), Château-Lavallière (Indre-et-Loire), Parigné (Sarthe), etc., sont dans des conditions à peu près analogues. Ainsi, non-seulement il y avait les plus fortes probabilités que l'on trouverait une nappe d'eau entre les argiles inférieures à la craie, mais on pouvait présumer aussi, avec toute la certitude que comportent les données physico-géologiques, que cette eau jaillirait à la surface du sol. Disons enfin que M. Walferdin, ayant rapporté de Lusigny du sable vert, que M. Elie de Beaumont y avait déjà signalé, celui qu'a ramené en dernier le sondage de Grenelle lui a été reconnu absolument identique.

Il y a plusieurs méthodes de forage. Une des plus anciennes est celle des Chinois, qui n'ont jamais eu de puits d'eau douce jaillissante, mais qui vont chercher, à la corde, de l'eau salée, jusqu'à 500 ou 600 mètres de profondeur. Ce procédé, bon dans un terrain de roches homogènes, ne convient point à la contexture des terrains de l'Europe, qui sont un mélange de bancs des matières les plus disparates et les plus dures. Il est décrit par M. l'abbé Imbert, missionnaire français, qui réside dans la province de Kia-ting-fou. (*Ann. de la propagation de la foi*, n° 16, janvier 1829.) Mis en pratique il y a plusieurs années à l'Ecole Militaire, jusqu'à 200 mètres, le sondage à la corde a complétement échoué.

Toutefois, M. Corberon, que ses succès en Dauphiné ont rendu justement célèbre, les obtient par le sondage à la corde, modifié et perfectionné. Les trous de sonde des puits artésiens sont maintenus par des tubes. Ce sont ces tubes que M. Corberon fait descendre dans le trou, à mesure qu'il s'approfondit, et qu'il prend pour guides, en tenant l'extrémité inférieure du dernier tube à quelques centimètres seulement du fond. Un mouton long d'un mètre dépasse à peine le tube ou colonne qui l'enferme; et le reste de l'outil, glissant sur cette colonne, se trouve guidé d'autant mieux, qu'il s'y emboîte presque exactement.

Par une heureuse combinaison du procédé chinois à la corde et du système de M. Corberon, le duché de Luxembourg et la Westphalie opèrent des sondages profonds à peu de frais et en peu de temps. Dans cette méthode, on supprime la plus grande partie des barres en fer, à cause de leur poids et de leur rigidité, et on les remplace par des tiges en bois. Au lieu de fixer invariablement le mouton au reste de la tige, on se contente de le suspendre, et, adaptant une sorte de coulisse sur cette tige, le mouton, chaque fois qu'il rebondit et par le contre-coup, peut glisser dans cette coulisse, sans soulever la tige elle-même, de manière que la masse principale de la tige reste à peu près immobile à chaque choc.

Le puits de saline de Lessingen, dans le Luxembourg, a été creusé par ce procédé, il y a quinze ans, par M. d'Oyenhausen, jusqu'à 575 mètres, non en 300 jours, comme on l'a dit, sans doute par erreur, mais en 900 jours. Toutefois, s'il est abandonné, comme on peut le conjecturer, il est infiniment plus cher, quoiqu'il ait coûté peu, que le puits de Grenelle qui rapporte beaucoup. Le même ingénieur a exécuté en Westphalie, par le même système, et pour l'extraction du sel aussi, un puits de 644 mètres : il n'a coûté que 178,800 fr., mais il n'est pas tubé. Si, de ce qu'a coûté le puits de Paris, on déduisait la dépense occasionnée par le tubage, peut-être ne serait-il pas plus cher que le puits westphalien.

Le forage proprement dit a été employé seul à Grenelle, comme le plus en usage en Europe, quoiqu'on y ait fait aussi à la corde quelques essais que la nature des terrains a rendus infructueux. Le forage consiste à appuyer fortement des outils de formes diverses, mais différents du mouton contre le fond du puits et à les faire tourner en même temps sur eux-mêmes. La corde ne pouvant, à cause de sa flexibilité, transmettre à l'outil le mouvement de rotation et tout à la fois le presser contre le fond, on l'a remplacée par un manche rigide plus long que le puits lui-même, et portant à son extrémité inférieure l'instrument de forage. Ce manche, qui fait saillie hors du puits, est ce qui constitue la sonde artésienne, qui ainsi se compose d'une série de tiges de fer de 8 mètres de long, entrant l'une dans l'autre, et vissées ou boulonnées. C'est à l'extrémité de cette tige, ordinairement en fer creux, et qui, à mesure que l'ouvrage avance, s'allonge par l'addition d'autres tiges, qu'on fixe l'instrument que l'on veut employer.

Dans les terrains sans consistance, tels que l'argile, c'est, d'après la méthode de M. Mulot, une tarière ou cuiller, cylindre creux, ouvert par le bas et armé d'un bec. L'argile se loge dans le cylindre pendant sa rotation, et est ramenée au dehors.

Dans les argiles et les sables rendus presque liquides par l'eau qui les délaye, on a recours à une cuiller à soupape, cylindre semblable au premier, mais dans l'intérieur duquel se trouve une ouverture d'un diamètre moindre que celui du cylindre lui-même : au-dessus de cette ouverture, est un lourd boulet mobile qui la ferme exactement. Lorsque la cuiller s'enfonce, le sa-

ble, pressé par le poids qu'elle lui impose, soulève le boulet et pénètre dans le cylindre. Mais, dès que la sonde a cessé de travailler et qu'on la remonte, le boulet retombe par son seul poids et bouche l'orifice. Alors, la cuiller monte pleine, et on la vide. On soutient les terres, pendant le forage, par des tubes en fonte, en tôle et surtout en cuivre, emboîtés l'un dans l'autre. Mais, pour loger ces tubes, il faut élargir le trou primitif avec l'écarrissoir, cylindre massif, garni à sa surface de lames de fer verticales, dont l'effet est d'enlever circulairement les terres et d'obtenir l'élargissement voulu.

Pour enfoncer les tubes, on se sert d'un tampon, cylindre muni par le haut d'un rebord circulaire : le tube s'enchâsse dans le cylindre jusqu'au rebord qui l'arrête, et on le descend ainsi dans le puits. Nous avons dit que les tubes allaient en diminuant de diamètre, depuis le haut du trou de sonde jusqu'en bas; si donc la profondeur dépasse les prévisions de l'ingénieur, le diamètre des tuyaux inférieurs devient tellement petit, que la sonde ne peut plus manœuvrer : alors, il faut enlever tout le système de tubes et le remplacer par un autre d'un diamètre plus fort. L'instrument à retirer les tubes est un taraud cylindrique à filet triangulaire qui s'engage dans le tube et permet de le retirer.

Lorsque, après avoir traversé le terrain de transport, on est parvenu à la craie qui sépare souvent des bancs de silex pyromaques de la plus grande dureté, la résistance ne peut être vaincue que par le trépan. Cet instrument est divisé, à son extrémité inférieure, en trois biseaux de longueurs inégales : celui du milieu dépasse les deux autres. Deux sont affilés dans le même sens, et le troisième est dans l'autre, de manière que dans quelque direction que le trépan tourne, ses biseaux agissent sur la roche et la réduisent en fragments, non sans qu'elle ait opposé une résistance qui souvent a tordu les tiges, barres de fer à 6 centimètres d'épaisseur, et a brisé le trépan.

Il faut un outil spécial presque pour chaque nature de terrain. Dans les calcaires crayeux, on a recours à la tarière rubanée.

Les marbres, les grès et plusieurs autres substances réfractaires sont attaqués par des ciseaux de formes variées, par la boucharde, ou par la pointe de diamant.

Quand le trou de sonde s'est déformé par les éboulements, on lui rend sa forme cylindrique avec l'alésoir à glaises ou l'alésoir à roches.

Lorsque la tarière ordinaire ne peut faire monter certains sables ou cailloux, il faut recourir à l'entonnoir à sables ou au tire-bourre.

Au surplus, chaque sondeur a quelques outils qui lui sont particuliers. On trouve dans les *Annales des Mines*, t. IV, p. 315, une intéressante notice, ornée de figures, fournie par M. Degousée, sur des outils dont plusieurs ont été inventés par ce savant ingénieur et qui lui sont propres.

Mais aux obstacles naturels viennent souvent se joindre des accidents qu'on ne pouvait prévoir et qui arrêtent tout à coup le travail. Par exemple, en mai 1837, la sonde était arrivée à plus de 400 mètres, lorsque la cuiller, surmontée d'une tige de 320 mètres, tomba au fond du puits, avec une commotion et un bruit si terrible, que, dans le voisinage, on crut à un tremblement de terre. Tout fut brisé : cependant huit jours suffirent pour ramener la tige. Mais la difficulté de retirer la cuiller fut prodigieuse. C'était un cylindre du diamètre entier du trou de sonde, et il n'y avait aucun moyen de le saisir. Il fallut se résoudre à élargir le puits dans toute sa longueur avec l'alésoir, et à sacrifier neuf mois à cette opération. Enfin, on dégage la cuiller, outil long de 7 mètres 50, des débris dont l'alésoir l'avait recouverte, et on l'atteignit. Cinq mètres en furent détruits avec des ciseaux ou usés à la lime. Un taraud, inventé par M. Mulot pour la conjoncture, fit une vis à l'extrémité du débris qui restait, et, quand ce débris fut assez solidement vissé, on l'extirpa enfin, au bout de quatorze mois d'ensevelissement.

En avril 1840, un alésoir à lames tomba et s'enfonça profondément dans la craie compacte. Plusieurs mois furent employés à faire un vide autour et à le retirer.

Une autre fois, ce fut une cuiller qui se détacha. L'ingénieur, fécond en ressources, n'en continua pas moins le forage, en passant à côté de l'obstacle et en logeant la cuiller latéralement dans la couche argileuse que le sondage traversait alors.

Enfin le 26 février suivant, la sonde tomba tout à coup de plusieurs mètres. M. Mulot fils, qui était présent et qui pouvait toujours redouter quelque nouveau malheur, s'écria : *La sonde est cassée encore, ou l'eau va jaillir.* Et, en effet, on vit sortir presque aussitôt une énorme colonne d'eau froide d'abord et chaude ensuite, qui, par un orifice de 23 centimètres au sol, donnait plus de 4 millions de litres par 24 heures, et venait d'une profondeur de 548 mètres, et, par conséquent, de 517 mètres au-dessous de la mer.

Des accidents aussi multipliés, et que peuvent éprouver tous les sondeurs, seraient plus que suffisants pour justifier celui de Grenelle du reproche de lenteur qu'on lui a quelquefois adressé. « Une fois dans la grande masse de craie, » a-t-on dit, « l'opération devait marcher toute seule. » Mais, en cela même, le public n'a point été juste, parce qu'en effet il n'est pas tenu de savoir que cette craie est entremêlée, tantôt de bancs épais et nombreux de silex pyromaques dont la dureté est proverbiale, tantôt de dépôts de corps organisés fossiles, également très-durs, tantôt enfin de terrains calcaires siliceux que les outils n'entament qu'à grand'peine. Dans tous les cas, il y aurait eu équité, de la part de ce public, à ne pas donner huit ans à un travail qui en a duré seulement sept, et ensuite à tenir compte surtout à l'ingénieur de quatre an-

années, ou employées en pure perte pour l'avancement de l'œuvre, à la réparation d'accidents imprévus, graves, et dont nous n'avons rappelé qu'une partie; ou usées à solliciter et à attendre les décisions d'une administration qui, en masse, ne pouvait avoir la science de quelques-uns de ses membres, et aux yeux de qui, d'ailleurs, la question d'argent était, à juste titre, une considération du plus grand poids.

Je viens de dire que l'eau du premier jaillissement de Grenelle avait été froide d'abord. Cette proposition, qui peut surprendre, s'explique toujours facilement. Pendant tout le temps qu'a duré le forage, la sonde a travaillé dans l'eau, qui provenait naturellement des infiltrations souterraines, à la manière dont ces infiltrations forment les puits de nos maisons. Cette eau, qui se tint constamment à la distance de 5 mètres de l'orifice, était visible à l'œil. Quand la sonde eut enfin atteint la nappe jaillissante, l'eau ascendante, en s'élevant dans le trou de sonde, pousse devant elle toute l'eau froide des sources froides, qui fut ainsi expulsée la première.

Indépendamment de la lenteur qu'apportent à la prompte exécution d'un puits foré d'une extrême profondeur, la réparation des accidents imprévus, et la rencontre inévitable de certains terrains, il y a celle qui est inhérente au procédé même du forage.

Nous avons vu que la sonde est une barre ou tige de fer, longue de 8 mètres, et qu'elle peut s'allonger indéfiniment par l'addition de tiges semblables, que l'on visse ou boulonne les unes au bout des autres.

Lorsque l'on commence un forage, la tige à laquelle sont adaptés la cuiller, le trépan ou le ciseau, a donc 8 mètres de longueur sans l'outil. Elle pend sur le trou de sonde du haut d'une chèvre qui la descend; à l'extrémité supérieure de la tige s'adapte une manivelle; et le tout est surpporté par un câble au moyen d'un anneau sur lequel toute la sonde pèse, de manière à ce que la manivelle lui imprime une rotation que le câble ne partage pas.

Quand la cuiller est pleine de débris, on remonte l'appareil assez promptement, parce que la tige est fort courte, et l'on vide la cuiller. Lorsque, après avoir monté et redescendu cette cuiller assez de fois pour que la tige soit devenue trop courte par l'approfondissement du forage, on ajoute à l'appareil une seconde tige de 8 mètres, qu'on lui a vissée ou boulonnée, et chaque fois qu'on a le trépan à faire agir, la cuiller à vider, etc., on remonte l'appareil qui a désormais une longueur de 16 mètres, en dévissant les deux tiges, et en les revissant ensuite pour le redescendre. On comprend que déjà sa descente et son extraction ont exigé plus de temps par ce vissement et ce dévissement, que lorsqu'il n'avait qu'une seule tige.

Enfin, à mesure que la sonde enfonce en travaillant, ajoute-t-on une troisième tige, une quatrième, une cinquième, etc.? C'est toujours en s'arrêtant à visser et à dévisser une à une toutes les barres dont la sonde s'allonge, et que la chèvre descend et monte successivement. Cette manœuvre, commandée par le sondage et le curage, l'est aussi par le tubage et les réparations, et alors elle est incessante. Exercée dans un forage de 548 mètres, comme à Grenelle, et avec des difficultés qui croissent à mesure que l'appareil s'allonge, faut-il s'étonner du temps qu'exige un sondage profond, M. de Humboldt parle d'un puits foré en Pensylvanie, qui est déjà à 622 mètres, et qu'on prétend pousser jusqu'à 2,000. Il finira donc par y avoir là 250 tiges à visser et à dévisser un nombre de fois incalculable. Qu'il arrive à ce puits le quart seulement des accidents survenus à Grenelle, quel temps ne faudra-t-il pas pour y porter remède et pour terminer l'œuvre!

Il faut dire, toutefois, qu'à Grenelle, où M. Mulot s'est servi d'une chèvre très-élevée, il a pu travailler, du moins jusqu'à la profondeur de 300 à 350 mètres, en ne dévissant ses barres que de deux en deux. Les ingénieurs sondeurs nomment *manœuvres* l'allée et le retour d'une chaîne de tiges. Chacune des dernières manœuvres de Grenelle avait la durée de six à sept heures, et quelquefois elle était inutile. En Pensylvanie, si toutefois le puits commencé s'achève, les dernières manœuvres coûteront chacune plusieurs jours de travail. Plus la profondeur d'un puits augmente, plus ses tiges doivent être fortes. Elles ont fini, à Grenelle, par peser ensemble trente-un milliers de kilogrammes; que pèseront-elles en Pensylvanie?

Un des plus grands produits obtenus jusqu'à présent par la sonde, et en même temps celui qui monte de la plus grande profondeur d'où une source artificielle ait jamais jailli, c'est celui de Grenelle, qui, à 36 mètres de jet, est encore de 60 pouces d'eau à la minute. Cette abondance même a fait naître dans quelques esprits la crainte qu'elle n'allât s'affaiblissant. Toutefois, on a pour garant du contraire les puits d'Elbeuf, qui sont alimentés par la même nappe, et qui, creusés depuis plusieurs années, donnent toujours la même quantité d'eau; on a pour garant ceux de l'Artois, qui sont bien autrement anciens. M. de Lamartine cite les trois puits forés de Salomon, dans la plaine de Tyr, qui débordent encore aujourd'hui de la même quantité qu'à leur origine, et qui sont toujours les principales sources de l'approvisionnement d'eau de cette antique et célèbre ville; et nous en citerons ailleurs de plus anciens encore. La pluie étant, comme nous l'avons vu, l'unique source des jets artésiens, on peut avoir la certitude qu'ils ne tariront pas tant qu'il pleuvra, et tant que la pluie formera les rivières qui coulent sur le sol sablonneux ou calcaire où ses jets s'alimentent.

Disons cependant, au sujet de la durée d'un forage artésien, une vérité sur laquelle

la théorie et la pratique sont d'accord : c'est qu'un puits nouveau peut en affaiblir un autre, s'il en est trop rapproché. A Elbeuf le puits de M. H. Quesné a éprouvé une notable et subite diminution au moment où la sonde a atteint la couche aquifère dans le percement de la place Saint-Louis. En 1835, M. Dégousée fit, à l'abattoir de Tours, un puits qui, pendant quelque temps, ne varia pas; mais deux autres ayant été forés, l'un à saint Eloi, et l'autre à l'hôpital, le produit de l'ancien diminua d'un tiers. A la brasserie de Tours, le même sondeur fit un puits auprès d'un autre plus ancien qui perdit tout à coup 700 litres d'eau par minute.

Dans une autre circonstance, on a observé la singulière coïncidence d'un effet de ce genre, combiné avec un effet contraire. Ainsi, à une lieu de Tours, trois puits ont été forés pour servir de moteurs au moulin à farine de la Ville-aux-Dames; le deuxième a augmenté le produit du premier, sans que le troisième ait agi sur le produit du second. Mais ces trois puits réunis ont enlevé les eaux du quartier de cavalerie, qui ne sont plus que de 30 litres par minute.

Si donc on a coutume de dire qu'à Tours, à Elbeuf, etc., certains puits donnent toujours la même quantité d'eau, il faut que ce soit en convenant que c'est par un plus grand nombre d'orifices quand la quantité de puits augmente dans un espace restreint. Des sondages multipliés à l'infini dans une nappe donnée peuvent se nuire réciproquement, mais la nappe restera toujours la même. Le partage qui se fait entre les puits de différentes époques ne saurait donc prouver l'affaiblissement du réservoir qui les alimente. Enfin des puits qui tireraient leur eau de nappes faibles ou peu profondes pourraient diminuer ou tarir dans des temps de grande sécheresse, comme ceux qui éprouveraient quelques dégradations à l'intérieur pourraient ou s'épuiser ou se détruire à la longue. Ceux de la gare de Saint-Ouen ont à peu près cessé de jaillir, sans doute par un vice de construction, tel qu'un tubage imparfait, ou même l'absence d'un tubage. Le puits de la poste à Saint-Denis a jeté d'abord un énorme volume d'eau, provenant de la réunion des sources de plusieurs niveaux différents. Sa diminution a été rapide, probablement par son défaut de tubage, tandis que cette opération importante eût obvié à l'inconvénient de la communication des sources.

Si l'affaiblissement de quelques puits peut être attribué à leur multiplicité dans un espace circonscrit, le vice du tubage est une autre cause de cet affaiblissement. Les puits de Tours et d'Elbeuf, dont le produit a le moins varié, sont ceux dont le tubage est le plus complet, et ceux surtout où il est exécuté, en cuivre, dans toute sa profondeur; tant il est vrai que l'abondance et la durée d'un puits artésien reposent essentiellement sur un bon tubage. Convenons cependant que, malgré des précautions bien prises, la perforation des tuyaux par une oxydation quelquefois impossible à prévenir, ou par un accident difficile à prévoir, peut-être aussi la cause de l'affaiblissement ou même de la destruction d'un puits bien fait du reste.

A Grenelle, pour arriver à la couche jaillissante, on avait employé d'abord des tubes de forte tôle de diamètres décroissants à mesure que la profondeur augmentait. Le forage s'est ouvert avec 2 mètres de tubes de 0 m. 31 de diamètre, et a été continué avec 148 mètres tubes de 0,30; 200 mètres tubes de 0,24; 187 mètres tubes de 0,17. — 11 mètres n'étaient point tubés.

Aujourd'hui le tubage est très à peu près complet, il est exécuté en fer galvanisé.

On exprime généralement le regret de ce que le jaillissement de Grenelle ne se voit pas de l'extérieur. Il faut en prendre son parti, cela ne sera peut être jamais possible. Qui n'a vu ce qui se passe aux deux fontaines de la place Louis XV, lorsque règne le vent d'ouest, qui est presque habituel à Paris, et qui souvent y est impétueux? L'eau chassée au loin ne retombe plus dans les bassins, et cependant ces fontaines, comparées au monument de Grenelle, sont presque à ras de sol. Il en serait de même et pis encore à Grenelle; à la prodigieuse hauteur où son eau s'élève, elle serait emportée si absolument, que le service en éprouverait de fréquentes et de totales interruptions. Aujourd'hui même, tout ras d'orifice que soit tenu par calcul le jaillissement, il arrive souvent encore que l'eau, saisie dès sa sortie de cet orifice, par le vent d'ouest, est emportée jusqu'au delà du Rond-Point de l'Avenue des Invalides.

L'importance de la température d'une eau artésienne est trop grande, pour que nous passions sous silence les expériences faites à Grenelle à ce sujet.

Le globe terrestre a une chaleur qui lui est propre et qui est indépendante de celle que le soleil peut lui communiquer à l'extérieur. A mesure que l'on pénètre dans les entrailles de la terre, on se rapproche du foyer de cette chaleur interne, et par conséquent on sent la température s'accroître. Cet accroissement est universel, et il a lieu suivant une progression constante dans toutes les parties du globe où l'on a pu en faire l'expérience. Ainsi, dans les mines métallifères de Saxe, de Bohême, de Cornwall, du Mexique, de Bretagne, à Poullaoen, dans les profondes houillères de nôtre bassin septentrional, etc., les thermomètres placés dans des endroits où l'air n'est pas renouvelé, ont toujours indiqué une température croissante à mesure que l'on descendait. Quoiqu'on soit loin d'être d'accord sur la quantité dont cette chaleur croît avec la profondeur, puisqu'on a trouvé un degré centigrade d'accroissement pour 44 mètres de profondeur, dans certains cas, et dans d'autres 14 mètres seulement, on peut estimer, en moyenne, l'augmentation de la température à un degré par 30 mètres d'approfondissement en terre.

Le forage de Grenelle offrait une belle occasion pour faire des expériences à ce sujet.

MM. Arago et Walferdin la mirent à profit, en se servant des thermomètres à déversement, instruments ingénieux, inventés par M. Walferdin lui-même. Après une longue série d'observations faites pendant le cours du sondage, ils ont constaté qu'en moyenne l'accroissement de la température, dans le terrain de craie sous le sol de Paris, était d'un degré pour 31 mètres environ, et ce résultat a été confirmé par la température de 27,70 qu'accuse l'eau qui jaillit de 548 mètres, en tenant compte de la perte, à peine appréciable, qu'elle éprouve avant d'ariver à la surface du sol.

Dans l'impatience où l'on était de jouir du bienfait de l'eau jaillissante, on s'est plaint de ce qu'il avait fallu aller si loin chercher la nappe artésienne. Maintenant, il est à regretter que cette profondeur ne soit pas plus grande, et de 1,000 mètres, par exemple; on aurait obtenu une eau chaude à plus de 40 degrés. Enfin c'est la certitude de cette loi d'accroissement qui a suggéré la pensée de creuser au Jardin-des-Plantes, un puits dont l'eau, tirée d'une grande profondeur et élevée par des tuyaux dans les serres, y entretiendrait, toute l'année, une atmosphère douce et constante, et présenterait d'autres avantages dont nous ferons, plus loin, valoir les principaux. M. Mulot a fait de ce grand percement l'objet d'une proposition au gouvernement.

Plusieurs sources chaudes, trouvées par la sonde cependant, n'obéissent pas à la loi générale que nous venons de faire connaître. M. Degousée, excellent observateur, M. Degousée, dans les mines de sel de Nohem, auprès de Francfort-sur-le-Mein, a foré un puits de 52 mètres, dont la source, salée, était chaude à 45 degrés : anomalie qui peut s'expliquer par le passage de l'eau de cette source près d'un foyer incandescent, ou d'un centre de décomposition de pyrites.

Comme les puits artésiens varient en profondeur, ils varient en produits et ils donnent de l'eau en proportion, non de cette profondeur, mais de l'abondance de la couche aquifère où la sonde s'arrête; mais une fois en activité ils n'éprouvent guère de variations. Bélidor dit que la fontaine artésienne du monastère de Saint-André, dont l'eau s'élevait à 11 pieds au-dessus de terre, fournissait 100 tonnes d'eau par heure. Sans savoir à quoi estimer cette quantité en mètres, on peut croire qu'elle était considérable; mais on sait du moins qu'elle coule encore à plein tuyau. Le plus ancien puits artésien connu en France, celui de Lillers, remonte à l'année 1126, au temps de Louis le Gros. L'uniformité et l'abondance de son cours paraissent n'avoir jamais varié. Mais pour exprimer avec quelque précision le produit des sources artésiennes, il faudrait, entre autres éléments d'appréciation, contre la force d'impulsion de l'eau ascendante, le diamètre de l'orifice qui lui donne issue, l'élévation au-dessus du sol où le jaugeage a été opéré, etc. Quand M. Degousée dit qu'au puits du quartier de cavalerie à Tours, l'eau, lors de sa première émission, a été jaugée à 2 mètres du sol, et qu'à cette hauteur elle était de 1,000 litres cubes par minute; quand M. Mulot dit qu'à Grenelle l'eau, jaugée au niveau du terrain, équivalait à 2,300 litres : on a là un commencement d'éléments. Mais si, dans les auteurs que l'on consulte, on voit pour produit, sans autre détail, ici telle quantité d'eau par minute, là telle autre, etc., on ne sait à peu près rien : les éléments du jugement faisant défaut à la fois.

Il en est de même, et pis peut-être encore, pour la fixation de l'élévation des jets; car il n'est pas un seul, de ceux surtout qui donnent une grande masse d'eau, qu'on ne puisse élever plus qu'il ne l'est d'habitude pour le parti qu'on veut en tirer. On ne peut pas plus assigner la hauteur à laquelle ils montent que le volume de leur produit. Certainement, lorsqu'on décidait qu'un sondage serait entrepris à Grenelle, personne ne songeait à en envoyer le produit au point culminant de la montagne Sainte-Geneviève. Fournir d'eau l'abattoir était tout ce qu'on pouvait désirer. Mais à l'abondance de la source et à la force d'ascension du jet, on vit bientôt l'immense parti que l'on pouvait tirer de cette puissante émission, et l'on éleva l'orifice du tube jusqu'au niveau de la montagne.

Eh bien, ce qui est arrivé à Grenelle pourrait avoir lieu presque à tous les puits abondants, si le besoin le voulait aussi. Le beau puits de M. Galignani, à Soisy-sous-Etioles, foré par M. Degousée, arrivé à 6 mètres de jaillissement, est abandonné à lui-même, mais son volume, à sa base, étant considérable, il s'élèverait certainement au-dessus de sa hauteur actuelle, si on le voulait. Mais dire simplement qu'à Bethune, à Lille, à Saint-André, à Tours, au Roussillon, etc., l'eau jaillit à telle ou telle hauteur, c'est à peu près ne rien dire. Ces jets, servant en général de moteurs dans des usines, n'ont dû être élevés que jusqu'au point où ils pouvaient rendre ce genre de service. Disons de celui de Grenelle, dont l'eau, si elle était prise à une hauteur convenable et dirigée dans une turbine, équivaudrait à une puissance de 60 chevaux; disons de celui de Grenelle qu'il a été porté à 36 mètres, parce qu'on n'avait besoin que de cette hauteur pour atteindre l'Estrapade, mais qu'il pourrait être beaucoup plus élevé encore. Mais outre que ce serait nécessairement au détriment de la quantité d'eau, l'exhaussement indéfini du tube extérieur ascendant nécessiterait d'abord un échafaudage, et ensuite une colonne d'enveloppe qu'on ne pourrait peut-être plus, du moins la charpente, protéger contre l'effort du vent : d'où l'on peut inférer que l'on ne saura jamais bien jusqu'à quel degré pourrait monter dans l'air la dernière goutte d'un jet artésien considérable.

Voici quelques exemples de la hauteur à à laquelle M. Mulot a fait travailler quelques jets artésiens qui pourraient s'élever plus haut.

Chez M. Join-Lambert, à Elbeuf, le jet, mesuré au sol, rend 2,100 litres cubes par minute. Il devient moteur à 8 mètres 32 centimètres, et il ne donne plus alors que 1,700 litres.

Chez MM. Geoffroi et Chalamel, à Saint-Denis, au sol, rend 2,100 litres cubes par minute; il travaille à 3 mètres 25 centimètres et est réduit à 700 litres.

Chez M. Champoiseau, à Tours, à 0 mètre 50 centimètres du sol : le produit est de 4,000 litres par minute, et à 6 mètres, hauteur où le jet entre dans le réservoir, il est encore de 1,800 litres.

Chez M. le comte de Richemont des Bassyns, à Cangé, à 2 mètres 15 centimètres au-dessus du pré, le produit du forage est de 2,200 litres, et à 6 mètres 50 centimètres, où il travaille, il n'est plus que de 1,600 litres par minute.

M. Degousée, à qui les ressources de son art sont familières aussi, a été quelquefois contraint, par les localités, à aller chercher plus haut encore la force motrice. A la brasserie, à Tours, il a fait travailler l'eau à 9 mètres du sol, et, aux moulins de la Ville-aux-Dames, près de Tours, il a monté à 10 mètres l'agent du mouvement.

L'eau des puits artésiens, tombée originairement du ciel, dans un état de pureté parfaite, sur les surfaces de sable ou de craie qui l'ont absorbée, n'a pu s'y charger des parties étrangères, et quelquefois malsaines, que les eaux courantes tiennent en suspension. D'un autre côté ces eaux courantes, qui sont pour beaucoup aussi dans la formation des réservoirs artésiens, n'ont pu arriver dans ces grandes profondeurs sans subir, au milieu des terrains perméables, un filtrage qui les a épurées à l'égal des eaux de pluie. L'eau artésienne est donc la plus limpide et la plus salubre que l'on puisse désirer. Celle de Grenelle surtout est aussi précieuse par ses qualités que par son abondance. Analysée par MM. Payen et Pelouze, ils ont constaté qu'elle ne contient pas un atome de sulfate de chaux, et que par conséquent elle est éminemment propre à tous les usages domestiques et industriels, à la dissolution du savon, à la teinture, à la cuisson des légumes, et surtout à la boisson. Sous ce dernier rapport même elle reçoit un hommage assez singulier, pour que nous le fassions connaître. L'ambassadeur de Turquie envoie, tous les deux jours, un de ses domestiques à Grenelle, avec mission de lui apporter une cruche d'eau du puits foré. L'absence de toutes matières étrangères, et en particulier du sulfate de chaux ou de plâtre, rend cette eau précieuse pour l'alimentation des chaudières des machines à vapeur, qui n'étant plus sujettes à se revêtir intérieurement, comme les bouilloires de nos cuisines, de couches souvent fort épaisses de sels terreux, vaporiseront l'eau plus promptement, à moins de frais de combustible, et seront moins exposées à éclater.

Cette eau, purgée par le filtre des matières qu'elle tient en suspension, contient sur 100,000 parties :

Carbonate de chaux,	6,80
Carbonate de magnésie,	1,42
Bicarbonate de potasse,	2,96
Sulfate de potasse,	1,20
Chlorure de potassium,	1,09
Silice,	0,37
Substance jaune,	0,02
Matières organiques azotées,	0,24
	14,30

Sur 100,000 parties aussi, l'eau de la Seine contient 18 cinquièmes de matières en dissolution, ou 30 pour 100 de plus.

La sonde du foreur, quoiqu'elle ait eu pour principal emploi dans l'origine la recherche de l'eau, s'applique presque aussi souvent aujourd'hui à celle de la marne, de la houille, de l'anthracite du sel, de l'asphalte, du bitume, du plâtre, etc., que d'ailleurs elle rencontre souvent quand elle cherchait autre chose. Mais si elle aide à découvrir une partie des richesses que récèle la terre, l'eau qu'elle donne, outre sa propriété, comme eau d'être éminemment potable, est douée d'autres propriétés encore qui ne sont pas moins précieuses. On recherche, et souvent à grands frais, un jet artésien, tantôt pouvant faire le moteur d'un appareil mécanique, tantôt pour lui imposer les fonctions de modérateur de la température, tantôt enfin pour lui demander des services que l'on solliciterait vainement de l'eau courante.

A Gonéhem, près de Béthune, les eaux jaillissantes de quatre trous de sonde font mouvoir les meules d'un moulin.

Cinq autres sondages réunis rendent le même service à Saint-Pol.

A Fontés, auprès d'Aire, dix puits forés mettent en mouvement les soufflets et les martaux d'une clouterie considérable.

A Cangé, près de Tours, un forage arrose une prairie de 100 arpents, et un second fait mouvoir une machine hydraulique destinée à élever l'eau du Cher à 60 mètres sur le plateau qu'elle féconde.

A Tours, à Elbeuf, à Rouen, théâtres du triomphe de l'eau artésienne comme force motrice, elle donne le mouvement à une multitude d'usines. Elle emplit les auges des machines à fouler, les chaudières à teindre, les bassins à dégorger, etc.

Les moulins à farine de la Ville-aux-Dames, près de Tours, sont mus par trois puits qui élèvent l'eau à dix mètres de chute.

A Bages, en Roussillon, M. Durand, que le besoin d'eau pour lui-même a fait sondeur, et sondeur habile, a appliqué à l'irrigation de ses vastes propriétés et au service d'un moulin à huile et d'une distillerie, les sources jaillissantes qu'il vient d'obtenir.

Ces applications nouvelles de l'eau artésienne à l'industrie et à l'agriculture sont d'autant plus à propager, que, par sa température élevée, cette eau obvie aux inconvénients du chômage. Avec une eau tiède, jamais moteur ni machine ne gèlent pendant l'hiver;

avec une eau dont l'émission est invariable et constante, jamais sécheresse ne condamne au repos pendant l'été.

Dans le Wurtemberg, M. Bruckmann, en faisant circuler, le long de tuyaux métalliques de l'eau à 12 degrés provenant d'un puits foré, est parvenu à établir à 8 degrés la température de divers ateliers, quand le thermomètre extérieur marquait 18 au-dessous de glace. C'est ainsi que, passant un jour d'hiver à Chaudes-Aigues, en Auvergne, j'ai vu des chambres sans cheminées, et des maisons entières, chauffées par la vapeur des eaux minérales qui y circulent; soit à découvert dans les rez-de-chaussée, soit dans des tuyaux pour les étages supérieurs.

Il arrive souvent, dans les temps de grandes pluies, que le travail des papeteries soit interrompu à cause de l'impureté des eaux. Ces chômages forcés n'existent pas dans les lieux où l'on se sert d'eau jaillissante, dont rien ne trouble jamais la limpidité. Les papeteries des Marais et de Sainte-Marie, auprès de Coulommiers, sont de ce nombre. Elles ont constamment de beaux produits avec l'eau des puits qu'elles ont fait creuser par M. Mulot.

La belle végétation du cresson dans les ruisseaux où il existe des sources naturelles dont la température est toujours douce comme dans les cressonnières artificielles d'Erfurth, qui, dit-on, rapportent cent mille écus par an, cette belle végétation, dis-je, a donné en plusieurs endroits l'idée d'amener des eaux artésiennes dans d'autres cressonnières. A Saint-Gratien, près d'Enghien, douze puits ont été forés par M. Mulot uniquement pour la culture du cresson.

Les fins de choix, destinés à la fabrication des plus belles baptistes des linons, des dentelles, etc., sont rouis en Flandre avec des précautions particulières. Il existe dans une seule commune, entre Valenciennes et Douai, dix à douze *routoirs* alimentés chacun par une fontaine artésienne. On a cru remarquer que la limpidité et la constante température des eaux de ces fontaines étaient favorables à la dissolution des gommes résineuses de la plante.

Dans les étangs, les poissons meurent l'hiver par de trop grands froids, et l'été ils y souffrent par le desséchement. En y versant le produit de sources artésiennes, on en attiédit l'eau et l'on en augmente le volume selon la nécessité. Autour de l'étang de Montmorency, qui avait besoin d'ailleurs d'un surcroît d'eau pour obvier au chômage du moulin d'Enghien, on a fait pratiquer par M. Degousée plusieurs sondages, dont trois ensemble n'ont pas coûté 1,600 francs.

Il n'est presque point d'endroit où l'on ne puisse amener et retenir en lavoir l'eau d'une source jaillissante, et ce bel emploi de l'eau, M. Champoiseau en a le premier donné l'exemple à Tours. Après avoir profité de l'eau pour sa filature de soie et pour l'agrément de son jardin, il l'a envoyée dans un quartier populeux de la ville former un lavoir public.

A combien d'autres usages encore n'appliquerait-on pas la chaleur des eaux jaillissantes, qui égale quelquefois celle de la vapeur, que dans les manufactures on fait circuler dans des tuyaux conduits avec art pour en chauffer les ateliers! Ce qu'a fait M. Bruckmann, on le pratique déjà dans quelques serres ou orangeries, et on le pratiquerait en grand au Jardin-des-Plantes, à Paris, si l'on y faisait le sondage projeté.

Ne pourrait-on pas construire des thermes qui seraient desservis en hiver comme en été par une eau toujours tiède, se renouvelant sans cesse, comme aux bains de Louesch, en Valais; des bassins enfin, dont les dimensions seraient telles qu'on pût s'y livrer en tout temps à l'exercice de la natation?

De sages règlements interdisent le feu aux bibliothèques et aux musées : on n'y peut donc travailler durant l'hiver. De simples tuyaux d'eau artésienne pareraient à cet inconvénient et établiraient dans ces sanctuaires des sciences et des arts une température qui en permettrait l'accès et qui serait favorable aussi à la conservation des livres, des tableaux, des dessins, etc.

La nécessité de rester la tête nue dans les églises catholiques en rend la fréquentation dangereuse pendant l'hiver. L'eau jaillissante, tirée d'une grande profondeur et distribuée par des conduits à nombreuses circonvolutions, leur procurerait assez de chaleur pour qu'on n'y fût plus incommodé par le froid ou par l'humidité.

Cette eau rendrait le même service aux hôpitaux, aux hospices, aux prisons, aux salles d'asile, aux colléges, aux cours publics, aux casernes et à tous les lieux possibles de réunion.

Mais il est un point de vue surtout sous lequel l'eau d'une température élevée doit être le plus vivement désirée, et particulièrement à Paris : c'est sous celui de ses avantages hygiéniques. Nous l'avons déjà fait voir comme pouvant chauffer les hospices et les hôpitaux, il faut la montrer encore donnant avec économie et libéralité des bains chauds à toute heure, non-seulement aux malades que la charité publique soigne dans ces lieux, tristes témoins de toutes les souffrances physiques de l'homme, mais encore par les bornes-fontaines, aux malades des quartiers pauvres et populeux. L'eau du sondage du Jardin-des-Plantes répandrait ce bienfait inappréciable, et serait la solution d'une des plus intéressantes questions d'humanité.

PULMONIBRANCHES. *Voy.* GASTÉROPODES.

PUSEY (le Dr). *Interprétation du récit génésiaque.* — *Voy.* BUCKLAND.

PYRAMIDES D'ÉGYPTE BATIES AVEC DES PIERRES EXTRAITES DES TERRAINS TERTIAIRES. — *Voy.* MAUPIED, *sub fin.*

PYTHAGORE, *son système.* — (*Voy.* GÉOLOGIE.

R

RAIES. *Voy.* Poissons.

RASPE. *Voy.* Géologie.

RAY. *Voy.* Géologie.

REFROIDISSEMENT de la terre a l'origine. *Voy.* Roys (Marquis de).

RÉFUTATIONS des théories cosmogoniques sur la *Genèse*; ce qui les justifie. — *Voy.* Debrèyne, *sub fin.*

RENOUVELLEMENT des faunes. *Voy.* Espèces fossiles.

REPTILES. — Cette espèce d'animaux vertébrés offre, à l'état fossile, des restes nombreux. On peut citer ces squelettes complets, dont toutes les parties osseuses sont en rapport, et qu'on a rencontrés dans l'étage du lias à Lyme-Regis (Angleterre), où, quelquefois, avec les os en position, se montraient, pour ainsi dire, les tendons et jusqu'à certains points, des restes, des vestiges de fibres tendineuses ou musculaires. Quand on ne rencontre pas de squelette entier, on trouve des têtes complètes avec leurs dents ou des séries de vertèbres encore placées les unes près des autres. Les os dispersés et les dents de reptiles sont très-répandus dans les couches jurassiques crétacées et tertiaires.

Les écailles de quelques espèces sont bien plus rares. Des œufs de tortue se sont montrés dans les calcaires faluniens de la Gironde. Les reptiles ont laissé des empreintes physiologiques. Il existe des empreintes de pas de tortues dans l'étage conchylien. Des empreintes de pas de Sauriens ont été également recueillies dans le nouveau grès rouge de Grinsill, près de Shrewsbury et sur beaucoup d'autres points; entre autres, le *chirotherium*, reptile qu'on ne peut rapporter nettement à aucune série.

Les reptiles sont aussi les animaux qui ont laissé le plus de coprolites, ou de restes fossiles de digestions. Dans les étages jurassiques, crétacés et tertiaires d'Angleterre et de France, on en rencontre de remarquables par leur forme arrondie, souvent contournée.

On divise les reptiles en quatre ordres.

Premier ordre. *Chéloniens.* — Nous pensons qu'en suivant l'exemple de quelques auteurs, on peut diviser les chéloniens en quatre familles qui offrent des restes fossiles.

Première famille : *Tortues terrestres* et *palustres.* — On connaît, de cette division, un genre perdu, *megalochelys*, Cautley et Falconer, remarquable par ses dimensions; quelques fragments conservés au Musée britannique indiquent un carapace qui a dû avoir plus de six mètres de longueur, rencontrés dans l'étage falunien de l'Himalaya.

On doit peut-être rapporter aux tortues terrestres les empreintes physiologiques de pas trouvées, en particulier, dans l'étage conchylien de Corncockle-Mueir, comté de Dumfries (Écosse), et à Laposbanga, sur les frontières de la Transylvanie.

Des ossements de tortue, *testudo*, ont été rencontrés à Stonesfield, dans l'étage bathonien, une espèce dans l'étage sénonien crétacé de l'Amérique Septentrionale, deux dans l'étage falunien, et quelques autres dans l'étage subapennin de Montpellier, de Nice, du Brésil.

Deuxième famille : *Tortues palustres.* — Elles ont les doigts distincts, palmés à leur base, et la carapace entièrement solide et ovalaire, mais ordinairement beaucoup plus déprimée que dans la famille précédente. On rapporte à cette division quelques genres perdus : le g. *idiochelys*, Meyer, dont on connaît deux espèces dans l'étage oxfordien de Kelheim.

Le g. *eurysternum*, Meyer, de l'étage oxfordien de Solenhofen.

Le g. *tretosternon*, Owen; une espèce de l'étage nécomien de Purbeck (Angleterre).

Le g. *testudinites.* Weiss, des cavernes du Brésil.

Les genres encore existants qu'on cite à l'état fossile, sont : le g. *émys*, Duméril, qui a montré deux espèces dans l'étage himméridgien de Soleure; deux autres dans l'étage néoconien d'Oberntirchen et de Maidstone (Angleterre); trois sont de l'étage tertiaire parisien, cinq de l'étage falunien, et quelques autres de l'étage subapennin ou des cavernes.

Le g. *chelydra*, Schweiger; on en cite une espèce dans l'état falunien d'OEningen.

Le g. *platemys*, Wagler; une espèce de l'étage jurassique himméridgien d'Angleterre et de Suisse, et deux espèces de l'étage parisien, de Sheppy et de Bruxelles.

Le g. *clemmys*, Wagler; deux espèces sont de l'étage falunien.

Troisième famille : *Tortues fluviatiles.* — On connaît, de cette division, un genre perdu, *aspydonectes*, Meyer, qui contient une espèce de l'étage falunien et un genre encore vivant, *tryonix*, Geoffroy, qui a montré trois espèces dans l'étage conchylien de Dorpat, une dans l'étage liasien des terrains jurassiques. Les terrains tertiaires en ont montré une dans l'étage suessonien, une autre dans l'étage parisien, trois dans l'étage falunien et quelques autres dans l'étage subapennin.

Quatrième famille : *Tortues marines.* — On connaît de cette division un genre perdu, *aplax*, Meyer, dont une espèce est propre à l'étage jurassique oxfordien de Kelheim. Le genre encore existant est le g. *chelonia*, Brongniart, qui a montré des traces dans l'é-

tage triasique conchylien. Les terrains jurassiques en ont offert deux espèces dans l'étage portlandien; les terrains crétacés en renferment plusieurs dans l'étage néocomien de Tilgate, des traces dans l'étage cénomanien, plusieurs espèces dans l'étage sénonien de Maëstricht; les terrains tertiaires en montrent six espèces dans l'étage parisien, puis quelques autres dans les étages suivants.

Deuxième ordre. *Sauriens.* — A l'exception de quelques genres, tels que les *crocodilus* et les *alligator*, tous les autres genres de sauriens fossiles ont complétement disparu de la surface de la terre; et bien que leurs caractères, comme sauriens, soient tranchés dans le plus grand nombre, à peine oserait-on admettre, pour quelques-uns d'entre eux, des rapprochements avec les groupes actuels. Les formes de plusieurs de ces genres sont bizarres, extraordinaires; il en est dont la structure semble sortir des types généraux d'organisation de la faune actuelle et même des faunes éteintes. Enfin, tandis que dans les autres classes, les genres éteints peu nombreux étaient, en quelque sorte, subordonnés aux genres vivants en nombre beaucoup plus considérable, autour desquels ils pouvaient aisément se grouper, dans les sauriens, au contraire, les genres éteints sont infiniment plus nombreux que les genres vivants, et plusieurs de ces genres forment des groupes tout à fait distincts, qu'on ne peut, en aucune manière, rapprocher des groupes vivants. Du reste, les genres qui ont encore leurs analogues dans la nature actuelle ne se trouvent que dans les divisions supérieures des terrains stratifiés, c'est-à-dire, dans les divisions dont tous les types organiques se rapprochent plus ou moins de ceux de la création actuelle. (*Voy.* Crocodile, Iguanodon, Ichthyosaure, Mégalausaure, Mosasaure, Plésiosaure, Ptérodactyle, Sauriens, Tortues.)

Troisième ordre. *Ophydiens* ou *serpents.* — L'ordre n'est représenté à l'état fossile que par un genre perdu, le genre *palæophis*, Owen, dont une espèce se trouve dans l'étage parisien de Sheppy, une autre dans l'étage falunien de Suffolk; dès lors toutes deux des terrains tertiaires d'Angleterre.

Les genres encore existants ne sont pas plus nombreux; on a rapporté au genre *crotalus* deux espèces de l'étage parisien de Belgique; au genre *coluber*, une espèce de l'étage falunien, et quatre de l'étage subapennin; au genre *ophis*, une espèce de l'étage subapennin.

On a décrit comme genre éteint dans la famille des salamandres, le genre *andrias*, Tschudi, fondé sur la fameuse *salamandre gigantesque* des schistes de l'étage subapennin d'OEningen, qu'un naturaliste allemand d'une grande réputation, Scheuchtzer, à décrit sous le nom de *homo diluvii testis*, pensant reconnaître dans ce fossile un squelette humain. Depuis, Cuvier, le premier, démontra l'erreur dans laquelle était tombé Scheuchtzer. La taille de cette espèce est de 1 mètre 50 centimètre de long.

Les genres encore existants rencontrés fossiles sont le genre *salamandra*, dont on a trouvé des ossements dans les étages falunien et subapennin. Le genre *triton* de l'étage falunien de Sansan et subapennin.

Comparaison générale. — Les mammifères et les oiseaux, comparés au tableau de la répartition chronologique des reptiles à la surface de la terre, montrent des résultats bien différents. Ici, depuis leur première apparition sur le globe à la fin des terrains paléozoïques, les reptiles occupent presque tous les étages géologiques, sans montrer néanmoins de progression croissante régulière de formes; car les genres qui, à tous les étages, restent en arrière et s'éteignent dans les âges passés, sont trois fois plus nombreux que ceux qui arrivent à l'époque actuelle. Ainsi, chez ces derniers, c'est pour ainsi dire, un remplacement successif de formes animales dont les unes éphémères; les autres plus persistantes, durent plus ou moins, mais font place les unes aux autres, depuis les époques anciennes jusqu'à nos jours. Si, sans préjuger des généralités qui vont suivre, nous cherchons quelle peut être la cause de cette répartition différente, entre les mammifères, les oiseaux et les reptiles, nous croirons la trouver dans un seul fait qui tient à l'organisation. En effet, comment vivent aujourd'hui tous les genres de reptiles fossiles que nous voyons arriver jusqu'à l'époque actuelle? D'après l'observation directe, nous savons qu'à l'exception des *chelonia*, ils sont tous terrestres, ou des eaux douces, et qu'ils respirent l'air en nature; comme les oiseaux et les mammifères. Si nous nous posons la même question pour les genres de reptiles perdus antérieurs aux terrains tertiaires, nous verrons, au contraire, par les gisements où ils ont été trouvés, qu'ils sont tous des mers, ou du littoral maritime. Nous insistons sur ce fait qui, nous le croyons, est la cause de la différence de répartition générale qui existe entre les reptiles et les vertébrés supérieurs, puisque nous la trouvons marquée dans toutes les séries animales qui contiennent à la fois des êtres marins et des êtres terrestres ou fluviatiles.

Comparaison des ordres entre eux. — Pour nous assurer si les diverses séries des reptiles sont réparties d'une manière uniforme, nous allons les comparer entre elles, en commençant par les plus anciennes.

Les *sauriens* représentés aujourd'hui par les crocodiles et par les lézards, sont les premiers reptiles qui aient paru à la surface de la terre avec l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques; ils sont plus nombreux dans les terrains triasiques; ont eu leur maximum de développement dans les terrains jurassiques; ont diminué ensuite de nombre avec les terrains crétacés, pour ne plus montrer qu'un seul genre dans les terrains tertiaires. Nous pouvons donc dire que cette série est dans une période décroissante, depuis les terrains jurassiques jusqu'à l'é

poque actuelle; car on ne peut comparer les crocodiles, les iguanes et les autres reptiles terrestres de notre époque à ces énormes sauriens, qui couvraient le littoral maritime des anciens continents, à ces géants aquatiques qui, à l'époque des terrains jurassiques, pouvaient rivaliser, dans les mers, avec nos énormes cétacés. En descendant jusqu'aux familles si différentes les unes des autres dans cet ordre, nous trouverons encore des résultats plus curieux; puisque, sur six familles, quatre tout entières ont cessé d'exister et ne montrent plus aujourd'hui un seul représentant. Nous verrrons, par exemple, les *mégalosaurides*, animaux riverains de grande taille, commencer avec les terrains jurassiques et s'éteindre avec les terrains crétacés inférieurs; les *labyrinthides*, grands animaux également riverains intermédiaires entre les sauriens et les batraciens, être spéciaux aux terrains triasiques; les *ichthyosaurides*, autres reptiles essentiellement nageurs et conformés pour vivre dans les mers, comme les cétacés avec lesquels ils pourraient rivaliser de taille, commencer avec l'étage conchylien et ne pas s'élever au-dessus des terrains jurassiques; enfin les *ptérodactylides*, plus étranges encore par leur conformation, puisque d'un côté ils étaient propres au vol; tandis que leur gisement les indique pourtant comme des animaux littoraux des mers, paraître avec les terrains jurassiques, sans franchir l'étage le plus inférieur des terrains crétacés.

Les *chéloniens* ou *tortues* semblent avoir laissé des empreintes physiologiques de pas avec l'étage conchylien, et l'on peut dire que les genres ont suivi une progression croissante en traversant tous les étages jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont au maximum de leur développement de formes génériques. On doit encore faire remarquer ici que les tortues antérieures aux terrains crétacés se trouvent dans des couches purement marines, ce qui porterait à croire qu'elles habitaient le littoral des mers anciennes, bien que souvent les genres auxquels on les rapporte aujourd'hui soient seulement des eaux douces.

Les *ophidiens* ou *serpents* montrent une distribution tout à fait distincte des ordres précédents, et analogue à la distribution générale des animaux purement terrestres, comme l'ensemble des mammifères et des oiseaux. En effet, ils se montrent pour la première fois avec les terrains tertiaires de l'étage parisien, et vont en augmentant de nombre jusqu'à l'époque actuelle, où ils montrent le maximum de leurs genres. Ils sont, dès lors, en voie croissante de développement de formes.

Les *batraciens* ou *grenouilles* suivent la même répartition que les ophidiens : leurs premiers genres naissent avec l'étage falunien des terrains tertiaires, augmentent de nombre jusqu'à nos jours, où ils sont aujourd'hui à leur maximum. Ces animaux sont donc également en voie croissante de développement. Tous sont terrestres ou des eaux douces.

La comparaison que nous venons d'établir prouve que les sauriens sont dans une période décroissante de développement de forme zoologique; tandis que les chéloniens, les ophidiens et les batraciens sont, au contraire, dans une voie croissante. Qu'en conclure, relativement à la loi de perfectionnement des êtres? C'est qu'il y a ici une grave exception; car les sauriens, que nous avons vus appartenir à ce grandiose de l'animalisation des terrains triasiques et jurassiques, ne peuvent être placés, dans l'ordre de perfection des êtres, après les trois séries qui sont encore en progression croissante. S'il pouvait, du reste, exister quelques doutes sur la non-généralité de cette prétendue perfection successive des êtres, en suivant l'ordre chronologique de leur apparition à la surface du globe, elle serait au moins prouvée par l'étude comparative de l'instant d'apparition des ordres de reptiles. Le plus ancien de tous est l'ordre des sauriens, qui apparaît avec la fin des terrains paléozoïques. L'ordre des chéloniens se montre, pour ainsi dire, en même temps, quand nous voyons les premiers ophidiens et batraciens ne se montrer que *vingt et un étages* plus tard, dans les terrains tertiaires. Personne assurément ne pourra, dans l'ordre de perfection croissante, placer avant les sauriens et les chéloniens les ophidiens, toujours sans membres pour la locomotion, ou les batraciens, qui subissent des métamorphoses dans le jeune âge. Il résultera de ce fait sans réplique que les reptiles, au lieu de marcher vers le perfectionnement en partant de leur époque contemporative d'apparition sur le globe, ont, au contraire, marché des plus complets aux plus incomplets dans cet ordre chronologique, et sont, dès lors, en opposition complète avec la loi du perfectionnement.

Déductions zoologiques générales. — Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux ordres, les genres de reptiles mènent à des conclusions différentes. Nous les voyons, par exemple, pour la première fois, avec l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques, où ils montrent une forme générique. Ils en montrent *dix-huit* dans les terrains triasiques, *vingt-sept* dans les terrains jurassiques, *seize* dans les terrains crétacés, et *vingt-trois* dans les terrains tertiaires. On voit, dès lors, que, n'ayant égard qu'aux genres fossiles, le maximum de développement serait à l'époque des terrains jurassiques; mais, si nous y comparons le nombre assez considérable de genres admis dans les reptiles encore existants, nous serons obligé, comme pour les mammifères et les oiseaux, de trouver que les reptiles, considérés dans leur ensemble numérique de genre, depuis leur première apparition sur le globe jusqu'à nos jours, ont encore marché dans une progression croissante.

Déductions climatologiques comparées. —

Ce que nous pouvons dire des reptiles est tout à fait en rapport avec ce que nous avons observé chez les mammifères. Les crocodiles, les boas, les crotales, sont aujourd'hui des régions tropicales très-chaudes des continents actuels : on doit donc croire que, lorsque les crocodiles, les *caïmans*, les *palæophis*, si voisins des boas, vivaient dans les étages suessonien et parisien, à Paris et à Londres, jusqu'au 50e degré de latitude nord; que, lorsque les crotales existaient en Belgique vers la même époque, ces régions, aujourd'hui tempérées, devaient avoir la même température que la zone torride.

Déductions géographiques. — Encore ici quelques données qui viennent prouver que la distribution géographique actuelle est spéciale à notre époque, et tout à fait en dehors de la répartition des êtres dans les étages géologiques. Les crotales, les *alligators*, sont aujourd'hui spéciaux à l'Amérique, tandis qu'on en connaît des espèces fossiles en Angleterre et en Belgique. Nous pourrions encore citer plusieurs autres faits semblables, même parmi les reptiles.

Déductions géologiques tirées des genres. — Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont on ne peut plus tranchés pour les reptiles. En effet, comme aucun des 67 genres fossiles n'occupe tous les étages, et qu'ils sont, au contraire, tous limités dans une plus ou moins large série d'étages, ils peuvent être appliqués, comme caractères négatifs, pour les terrains et les étages, soit supérieurs, soit inférieurs, où ils ne se sont pas encore rencontrés. Les 67 genres peuvent servir de caractères négatifs pour les trois étages inférieurs, silurien, dévonien et carbonifèrien, des terrains paléozoïques, etc., etc.

Les *caractères stratigraphiques positifs* sont également marqués par tous les genres de reptiles, suivant l'extension qu'ils occupent dans les âges géologiques; ils le sont d'autant plus, que, sur les 67 genres, 54, n'arrivant pas à l'époque actuelle, sont perdus, relativement aux faunes postérieures et à la faune d'aujourd'hui, et que l'on compte, sur le total, 39 genres, ou plus de la moitié, qui jusqu'à présent sont circonscrits dans un seul étage géologique.

La *persistance des caractères positifs* est également très-marquée chez les reptiles, comme on peut le voir pour les genres *ichthyosaurus*, *plesiosaurus*, *chelonia*, *crocodilus*, etc., etc. Il en est de même des déductions géologiques tirées des espèces : c'est que les 276 espèces fossiles connues paraissent être propres à l'étage où elles ont vécu, et qu'elles peuvent, dès lors, être considérées comme autant de formes caractéristiques. — *Voy.* Sauriens, Crocodiles et Tortues.

REPULSION (Force de). *Voy.* Laplace.

RESPIRATION chez les animaux fossiles marins et terrestres. *Voy.* Physiologie paléontologique.

ROCHES FOSSILIFÈRES. — Depuis le commencement du monde, deux causes distinctes n'ont cessé de présider à la formation des divers matériaux qui composent le sol terrestre : les uns ont été formés par voie ignée, les autres par voie aqueuse. Les matériaux qui composent le sol se résument à peu près à ceux-ci : les minéraux, les roches et les fossiles. Il y a cette différence entre les minéraux et les roches, que celles-ci sont des masses minérales, composées, soit d'une seule espèce, soit de plusieurs espèces minéralogiques réunies, qui jouent un rôle dans la composition des couches. Comme les autres matériaux du sol, les roches sont divisées en deux sections : les roches d'origine ignée, les roches sédimentaires (878).

Les *roches d'origine ignée ou plutonniennes* ont été préalablement à l'état de fusion ou de dissolution, dans un véhicule quelconque; dissolution favorisée par une très-haute température. Il est inutile de chercher, dans toute cette grande série de roches, des corps organisés fossiles. La chaleur intense qui a présidé à leur mode de formation a dû anéantir toute trace d'organisation. C'est même de la présence ou de l'absence des corps organisés fossiles dans ces couches, et d'autres caractères de composition et de dépôt, qu'on est convenu de déduire la nature sédimentaire ou plutonnienne de ces couches. Nous citerons néanmoins quelques exceptions apparentes à cette règle générale.

On a souvent parlé de roches volcaniques contenant des corps organisés. Bracchini, qui a décrit, avec beaucoup d'exactitude, l'éruption du Vésuve en 1631, assure avoir trouvé des coquilles marines qui avaient été rejetées. M. Constant Prévost a eu aussi plusieurs fois occasion de remarquer des coquilles enveloppées dans des cendres volcaniques. Ces faits prouvent seulement que les matières volcaniques incohérentes, qui étaient lancées à une très-grande hauteur, pouvaient perdre promptement, par la résistance de l'air, par la désagrégation de leurs molécules, par l'extrême faiblesse de leur conductibilité calorique, la chaleur qu'elles apportaient du foyer central; et les coquilles lancées au loin avec les eaux de la mer, introduites dans la bouche du volcan par quelques fissures naturelles, ont été à peine altérées.

Du reste, qu'y a-t-il d'étonnant que des matériaux, qu'une lave volcanique rema-

(878) Il nous reste encore bien des recherches à faire, avant de fixer la limite qui sépare les roches d'origine ignée des roches sédimentaires. La transformation incontestable de ces dernières en roches qui ont la plupart des caractères extérieurs des produits ignés, ajoute à l'incertitude. On a cru, longtemps, que la présence de matières bitumineuses azotées, sinon celle de corps organisés distincts, était un caractère essentiel de la distinction des deux groupes de roches; mais des expériences récentes ont prouvé combien ce caractère était insuffisant.

niée par les eaux de la mer, amenée ainsi à l'état de sédiment, recouvrent les corps organisés déposés au fond des eaux, et les conservent à l'état fossile? Peut-être, si l'on étudiait bien les quelques gisements exceptionnels de coquilles dans des roches volcaniques, trouverait-on que celles-ci peuvent toujours se rapporter à des tufs ou conglomérats, roches essentiellement remaniées.

Mais si l'on a pu trouver, dans certains cas exceptionnels, des corps organisés dans les dépôts ignés modernes, il n'en est pas de même de toute la série des roches ignées anciennes, granitoïdes, porphyroïdes, serpentineuses, etc. Une chaleur sans doute incomparablement plus forte que celle qui a donné naissance aux produits volcaniques modernes, a présidé à la formation de celles-ci.

On voit, par ce qui précède, que les cas où l'on rencontre des corps organisés fossiles, dans les roches plutonniennes ou d'origine ignée, sont tout à fait exceptionnels et n'ont pas d'importance réelle en paléontologie.

Les *roches sédimentaires*, que nous désignons ainsi pour indiquer leur mode de formation au sein des eaux, ont été aussi appelées *roches d'origine aqueuse*, ou *roches neptuniennes*.

Lorsqu'on étudie avec soin les couches sédimentaires, relativement à la manière d'être des fossiles qui y sont renfermés, on reconnaît que ces couches se sont déposées comme se déposent aujourd'hui tous les détritus sous-marins, riverains ou lacustres. Nous croyons que les roches sédimentaires se sont formées dans les eaux, par des molécules terrestres amenées des continents, soit dans les lacs, soit dans la mer; par des molécules que l'action incessante de la vague a enlevées aux rivages, ou qu'a produites la décomposition des corps organisés. Nous croyons encore que ces molécules y ont été transportées par suite de causes naturelles incessantes, telles que les courants terrestres et sous-marins, ou par des causes fortuites accidentelles dues aux dislocations de l'écorce terrestre, mais que, dans tous les cas, ces molécules ont formé des couches de nivellement, et qu'elles ont été déposées presque horizontalement.

Lorsque les roches sédimentaires n'ont subi, postérieurement à leur dépôt, que des changements peu considérables, qui permettent encore de juger de leur nature primitive, on les nomme *roches sédimentaires naturelles;* mais, lorsque les roches ont été *altérées, modifiées*, ou, comme on le dit, *métamorphosées*, par suite d'une action étrangère, on les nomme roches *métamorphiques*.

Les *roches métamorphiques* tiennent le milieu entre les roches d'origine ignée et les roches sédimentaires. Avec l'aspect cristallin et quelques-uns des caractères minéralogiques des premières, leur structure en grand semble indiquer toujours une origine analogue aux secondes; aussi les géologues croient-ils en général qu'elles ont été déposées dans les eaux et postérieurement modifiées. Nous n'avons pas à discuter ici cette célèbre théorie de l'agent modificateur des roches métamorphiques, qui a occupé les plus illustres géologues. Deux systèmes sont en présence : l'un admet que ces roches ont été métamorphosées par le contact des roches d'intrusion, ou par des *agents ignés* différents; l'autre explique la transformation de structure intime dans les roches sédimentaires par des *actions lentes électro-chimiques*. Ne pourrait-on pas croire que les deux agents ont joué leur rôle dans le métamorphisme? car si, dans quelques cas, l'action ignée est incontestable, on pourrait croire aussi que la chaleur qui aurait modifié certaines roches, en amenant des cristaux de mâcles, des grenats, qui aurait converti des calcaires en dolomie sur de vastes étendues, y aurait détruit toute trace d'organisation.

Voici, du reste, l'indication de quelques-unes de ces roches qui contiennent des restes de corps organisés.

On voit fréquemment dans les tufs de la Summa du Vésuve, et sur des points élevés, comme au mont Ottajana, des masses plus ou moins volumineuses de calcaire tertiaire-coquillier. Ces masses ont été altérées et amenées à l'état sublamellaire. On observe, au contact de l'étage dévonien et des granits, au Hartz, des fragments coquilliers de la première roche, dans des filons granitoïdes. On a plusieurs fois constaté l'existence d'un calcaire à encrines, associé avec le micachiste et le chloritoschiste, près du village de Tweng, au pied des Alpes Tauern. De semblables associations ont été observées dans les Alpes occidentales. L'ensemble du dépôt paraît appartenir aux terrains paléozoïques.

Les schistes cristallins et mâclifères de l'étage silurien de la Bretagne présentent, dans quelques localités, des empreintes très-distinctes d'*orthis* et de *trilobites*. Il existe au mont Sainte-Marie, non loin de Saint-Gothard, et au mont Nufenen, à l'ouest d'Airolo, des schistes grenatifères qui renferment des *bélemnites*. Certaines roches paléozoïques observées dans les Vosges contiennent des empreintes végétales au milieu d'une altération telle, produite par l'effet de la chaleur des roches plutonniennes situées dans le voisinage, qu'un géologue très-exercé les a prises pour des trapps et des eurites.

MM. Elie de Beaumont et de Buch ont trouvé à Gerolstein des polypiers inclus dans la dolomie et convertis eux-mêmes en cette substance. Un peu plus loin, dans le calcaire qui forme le prolongement de la masse dolomitisée, on retrouve les polypiers à l'état calcaire parfaitement conservés, tandis que là où la masse a été modifiée en dolomie, la majeure partie de leur texture intérieure a disparu. M. de Collegno a recueilli à Tercis, près de Dax (Landes), des oursins et des fragments de coquilles

dont le test est converti en dolomie, tout aussi bien que la roche qui les contient. M. Coquand assure avoir trouvé dans une couche saccharoïde des calcaires réputés primitifs de Couledoux (Pyrénées), des fossiles déterminables et un polypier radié. Enfin on sait que le fameux marbre, dit primitif, de Carrare contient en certaines places des corps marins fossiles, qu'on distingue surtout lorsque les fragments ont été polis, ou lorsqu'on les observe sur plaques minces, au travers de la lumière. Du reste, ces marbres statuaires passent insensiblement à des calcaires compactes remplis eux-mêmes de fossiles, alors parfaitement distincts, appartenant probablement aux terrrains jurassiques.

Les *roches sédimentaires* proprement dites, qui, depuis leur formation, ont subi moins d'altération, peuvent se diviser naturellement en quatre groupes : 1° les roches qui ont pour base un principe alcalin (chaux, strontiane, baryte), dont le meilleur type est le calcaire (carbonate de chaux); 2° les roches qui ont pour principe dominant la silice, seule ou combinée avec les terres, telles que les argiles, les grès; 3° les roches métalliques; 4° les roches combustibles.

Les *calcaires* contiennent ordinairement grand nombre de fossiles. On a supposé que, dans quelques cas, ils s'étaient formés par précipité chimique, après dissolution ; qu'ils ont été réunis en masse, en se prenant sous forme solide, et ont enveloppé, tout au plus, les corps organisés suspendus dans la masse liquide. Nous sommes loin de partager cette opinion. Quand on voit dans ces calcaires les fossiles déposés comme partout ailleurs par couches horizontales, quand on voit souvent, en dessus et en dessous, les couches argileuses qui les recouvrent évidemment sédimentaires, on doit également croire que les fossiles qu'ils enveloppent ont été déposés dans les mêmes circonstances que les autres. Ces calcaires, généralement cristallins, lamellaires, plus ou moins purs, formant des couches puissantes, peu riches en fossiles, sont d'autant plus fréquents, qu'on descend plus bas dans la série chronologique des terrains. Vers les plus anciens, ils constituent des masses puissantes, et leur voisinages des roches cristallines a pu les faire regarder comme roches métamorphiques.

Les *calcaires sédimentaires*, mieux caractérisés, sont par excellence des roches fossilifères. Les calcaires grossiers des environs de Paris, des bords de la Gironde, les calcaires blancs argileux jurassiques des environs de La Rochelle (Charente-Inférieure), de Tonnerre (Yonne), de Saint-Mihiel (Meuse), etc., etc., en contiennent un grand nombre, de même que les calcaires marneux ou argilo-calcaires de Sémur (Côte-d'Or), d'Avallon (Yonne), de Castellane (Basses-Alpes), de Milhau (Aveyron), etc., etc. D'autres calcaires paraissent assez pauvres en fossiles, et ce sont ordinairement les plus compactes, comme les couches bathoniennes, calloviennes et oxfordiennes de Grasse (Var), les couches bathoniennes de Chaumont (Haute-Marne), les couches portlandiennes de Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure), de Cirey-le-Château (Haute-Marne), etc.

Le *gypse* (sulfate de chaux hydraté) joue à peu près le rôle du calcaire sous le rapport du mode de formation, c'est-à-dire qu'il a été déposé sous forme de sédiment. Les gypses cristallins sont de beaucoup les plus abondants dans la nature. Les deux variétés principales qu'on en rencontre dans les couches fossilifères sont le *gypse fibreux* et le *gypse grossier saccharoïde*. On ne ne voit jamais de fossiles dans les gypses fibreux. Les gypses grossiers contiennent à Montmartre, près de Paris, un grand nombre d'ossements, surtout de mammifères et des débris de poissons, d'oiseaux, de reptiles, mais jamais de coquilles de mollusques ou d'animaux rayonnés.

La *barytine* existe à peine en roches; elle se trouve plus souvent à l'état de filon; mais, jusqu'à présent, les couches n'ont jamais offert de fossiles.

Le *sel gemme* (chlorure de sodium), présente quelquefois des débris fossiles, bien que ceux-ci soient très-rares. Une couche de sel a offert à Wieliczka des restes de mollusques, de poissons et de polypiers fossiles. Le dépôt de sel gemme de Gmuden, en Autriche, contient quelques zoophytes. Ajoutons à ces fossiles quelques fruits végétaux, de nombreux animalcules microscopiques, et nous aurons la somme des corps organisés que contiennent ces sortes de roches. Des recherches très-minutieuses ont été faites par M. Marcel de Serres sur la nature des infusoires du sel gemme. Leurs formes se rapprochent beaucoup de celles que prennent, après leur mort, les *monas dunalii* découverts par M. Joly, dans les eaux des marais salants, et auxquels celui-ci attribue leur coloration en rouge. Les animalcules découverts par M. Joly sont incolores, présentent diverses nuances de coloration, ou même changent ou perdent leur couleur après leur mort. De là l'état incolore ou diversement coloré des sels gemmes de Wieliczka, du pays de Salzbourg, du Tyrol, de Moyenvic, de Cardona, etc. Certains sels sont formés de ces animalcules jusqu'à peu près le quart de leur volume. On sait aussi que la coloration en rouge des eaux de certains marais salants est aujourd'hui attribuée à de petits crustacés de l'ordre des branchiopodes et du genre *artemia*. Ces animaux périssent lorsque la dissolution atteint la densité de 25°, et leur corps prend alors la couleur rouge.

Parmi les *roches à base de silice*, les *argiles* sont généralement très-fossilifères; et la conservation des débris organiques y est souvent parfaite. Les argiles plastiques d'Ay (Marne), que nous regardons comme un accident local des lignites, contiennent, en dessus et en dessous, beaucoup de restes de corps organisés avec leur test bien conservé. Les argiles limoneuses des pampas de

Buenos-Ayres, qui occupent des centaines de myriamètres de superficie, renferment une quantité considérable d'ossements de mammifères.

Les *schistes*, composés de molécules très-fines, contiennent souvent beaucoup de restes de corps organisés. Les ardoises exploitées de l'étage silurien des environs d'Angers (Maine-et-Loire) sont dans ce cas.

Les *phyllades* en montrent aussi en assez grand nombre, dans l'étage silurien des environs de Brest (Finistère), aux îles Malouines, dans l'intérieur de la Bolivia, et sur une surface immense, aux Etats-Unis.

Les *grès*, formés de grains de sable agrégés, appartiennent à tous les âges géologiques, et contiennent presque toujours des restes d'animaux fossiles. Les grès siluriens de May (Calvados) montrent des trilobites, des conulaires : les grès dévoniens et carbonifériens de Bolivia renferment des *spirifer*, des *productus*, etc. Les grès de l'étage sinémurien présentent beaucoup d'empreintes aux environs de Sémur (Côte-d'Or), de Valognes (Manche), de Metz (Moselle), ainsi que les grès coralliens de Trouville (Calvados), les grès kimméridgiens de la route de Niort à Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure); ceux des terrains crétacés des Ardennes, du Mans (Sarthe), de Fourras, de l'île d'Aix (Charente-Inférieure), de Pondichéry, de Concepcion (Chili), offrent une grande variété de restes organisés, ainsi que les grès inférieurs, moyens et supérieurs des terrains tertiaires du bassin parisien, des côtes du Chili et de la Patagonie.

Les *tripolis*, quand ils résultent d'un dépôt fait par l'eau de silice extrêmement divisée, se rapprochent quelquefois beaucoup de la texture des grès, en présentant alors une composition analogue à ceux-ci. D'autres fois, au contraire, les tripolis se trouvent dans le voisinage de roches ignées ou pseudovolcaniques, telles que les houillères embrasées, et paraissent être le résultat de la transformation de schistes argileux dépouillés de leur alumine, par l'effet de la chaleur ou de tout autre agent. Ces derniers tripolis contiennent quelquefois jusqu'à 98 p. 100 de silice. Les tripolis d'origine sédimentaire sont quelquefois complétement formés d'animaux infusoires à carapace siliceuse; comme par exemple, ceux de Bilin, en Bohême. M. Ehrenberg a calculé que 27 millimètres cubes de tripoli de cette localité pouvaient contenir jusqu'à 41,000 millions de ces infusoires à test siliceux. Ces sortes de tripolis ne renferment jamais de corps organisés autres que les infusoires dont ils sont formés. Les tripolis *métamorphiques* contiennent, par exception, quelques corps organisés. Ceux de Poligné (Ille-et-Vilaine) montrent quelques empreintes de bivalves, de végétaux.

Les *roches de silex* (pyromaque, meulière, résinite, jaspe) offrent aussi des fossiles, principalement des mollusques et des radiaires pour les pyromaques et les meulières, et des végétaux pour les autres. On cite cependant des résinites à poissons et à insectes à Krepitz, à Nikolitschitz, en Gallicie, dans des mollasses tertiaires. On a cru que, dans ces sortes de roches, la silice, au lieu de se déposer sous forme de sédiment plus ou moins fin, comme dans les grès et les tripolis, a été à l'état de dissolution, et qu'elle a pris, en se consolidant, un éclat compacte vitreux que n'ont pas les autres roches. On a supposé encore que la silice des pyromaques, des meulières, etc., avait été à l'état de dissolution gélatineuse; mais, lorsqu'on étudie la manière d'être de ces roches de silex et des fossiles qu'elles contiennent dans les couches d'eau douce des meulières des environs de Paris, dans les falaises crétacées de toute la côte de la Seine-Inférieure, des environs de Tours (Indre-et-Loire), de Saintes (Charente-Inférieure), dans les silex de l'étage corallien de Trouville (Calvados), dans ceux du lias supérieur de Thouars (Deux-Sèvres), de Poitiers (Vienne), de Sainte-Honorine (Calvados), etc., etc., on acquiert bientôt la certitude que les fossiles y ont été déposés par couches horizontales, au milieu des sédiments. On voit distinctement de plus que la matière siliceuse en dissolution a pénétré ces couches postérieurement à leur formation, en y formant ces rognons isolés, des silex, de la craie et du lias, ces masses lenticulaires plus grandes des meulières, et enfin, qu'elle a pénétré seulement par endroits les masses coralliennes de Trouville, en changeant, sur quelques points isolés, la couche de grès en silex, tandis que cette couche est restée intacte à l'état de grès, sur toutes les autres parties de son extension. Nous ne verrions donc, dans les silex, qu'une modification partielle des couches, due peut-être à des courants électro-chimiques, mais nullement un fait général de dépôt.

Du reste, ces roches siliceuses se trouvent très-rarement en couches continues; elles affectent plutôt la forme de nodules, de rognons, d'amas plus ou moins irréguliers, qui semblent indiquer, d'une manière définitive, l'origine de la plupart. Quant aux jaspes, ils ne sont pas toujours d'origine sédimentaire. Il en est dont l'origine ignée est incontestable; d'autres, enfin, qui proviennent de roches transformées. Or, il serait inutile de chercher des fossiles dans ces deux dernières roches.

Les *substances minérales métalliques*, quelquefois abondantes dans la nature, y sont rarement stratiformes. On les rencontre plus souvent en grandes masses, en dikes, veines ou filons, etc. Les métaux en dikes ou en filons ont une origine non équivoque, qui exclut toute idée de dépôt par les eaux; ils ne contiennent pas de fossiles. On a bien voulu opposer à cette loi générale quelques faits exceptionnels : ainsi des tronçons de pins furent trouvés jadis dans une veine de plomb au pays de Galles. Le bois ne présentait pas de changement, sauf qu'il était

fortement imprégné de galène. On ajoute qu'on a trouvé, dans un autre filon, du plomb sulfuré accompagné de barytine, et de quartz, près de Frémoy et de Corcelles; mais ce ne sont là que des exceptions qui n'ont peut-être pas toute l'authenticité désirable.

Il est des cas où la forme de filons, ou de dikes, n'est absolument qu'apparente, et peut tromper facilement l'observateur peu expérimenté. Nous en avons acquis la preuve près de Fontaine-Étoupe-Four (Calvados). On voit, en effet, sur ce point, et dans les communes voisines, des masses considérables de grès siluriens, où s'observent des filons obliques ou plus ou moins verticaux, remplis d'argile ou de limonite, enveloppant un nombre considérable de coquilles bien conservées, tout à fait distinctes des coquilles fossiles contenues dans les grès. Lorsqu'on étudie la géologie des environs, on reconnaît que ces filons ne sont que des fentes déterminées par la dislocation des grès, qu'ont remplies, lors de la mer liasienne, des détritus marins et des coquilles marines qui vivaient à cette époque, probablement sur ces rochers siluriens, formant alors des écueils voisins du rivage.

Les *limonites* (fer peroxydé hydraté) sont peut-être, de toutes les roches métalliques, les seules qui forment des couches véritables; aussi contiennent-elles plus de fossiles qu aucune autre. On en distingue plusieurs variétés : les seules qui aient pour nous de l'intérêt sont les variétés *compacte*, *terreuse* et *oolithique*.

Les *limonites compactes* sont exploitées, comme minerai de fer, à la Voulte (Ardèche), dans les couches calloviennes; à la Verpillère (Isère), dans les couches toarciennes, où elles contiennent un nombre considérable de coquilles fossiles.

Les *limonites terreuses* sont peu communes; néanmoins nous les trouvons entièrement composées de coquilles fossiles passées à l'état de fer oligiste, dans les couches de l'étage sinémurien, aux mines de Beauregard, non loin de Sémur (Côte-d'Or).

Les *limonites oolithiques*, faciles à distinguer par les petits grains ronds dont elles se composent, sont toujours les plus communes. Elles renferment une grande quantité de restes de corps organisés. Des couches de limonite oolithique, souvent exploitées pour le fer qu'elles contiennent, se voient dans l'étage toarcien, à Lyon (Rhône); dans l'étage bajocien de Bayeux (Calvados); dans l'étage callovien, aux environs de Chaumont, de Château-Villain, de Langres (Haute-Marne), de Lifol (Vosges), de Mamers (Sarthe); dans l'étage oxfordien des environs de Saint-Mihiel (Meuse), de Launoy (Ardennes), d'Is-sur-Tille (Côte-d'Or), d'Etivey (Yonne); dans l'étage néocomien de Bellancourt-la-Ferrée (Haute-Marne), de Brillon (Meuse); dans l'étage aptien de Vassy (Haute-Marne), etc., etc.

Les corps organisés qu'on rencontre dans ces couches sont des coquilles, des polypiers, et rarement des ossements d'animaux vertébrés. Tantôt ces fossiles sont convertis eux-mêmes en limonite, tantôt ils ont conservé leur enveloppe crétacée; dans l'un et l'autre cas, ils présentent une assez bonne conservation.

Nous ne connaissons pas de roches métalliques fossilifères autres que les limonites. On cite toutefois, en Bretagne et dans quelques autres parties de la France, notamment près de Fresnay (Sarthe), dans les couches siluriennes, un fer aluminaté oolithique contenant des fossiles, entre autres des *calymènes* et des *asaphus*. Quelquefois le fer oligiste remplace le minerai aluminaté.

Nous mettrons au nombre des *substances combustibles fossilifères*, ces sortes de masses plus ou moins volumineuses, compactes, nodulaires ou granuliformes, jaunâtres, à cassure vitreuse et conchoïde, qu'on a désignées sous le nom de *succin*, *résine fossile*, *ambre jaune*, etc. On rencontre le succin dans les lignites de l'étage cénomanien de l'île d'Aix (Charente-Inférieure), de l'étage turonien de Soulatge (Aude), dans l'argile plastique des terrains tertiaires ou dans des terrains plus modernes. Les eaux de la Baltique en apportent encore de nos jours sur les côtes, où il accompagne des cailloux roulés et diverses substances, surtout du bois fossile. Souvent le succin renferme des insectes entiers; celui qu'on rencontre sur les bords de la Baltique est rempli de corps marins.

Enfin, après avoir énuméré jusqu'ici les diverses roches qui renferment des fossiles, nous ne passerons pas sous silence un gisement de fossiles bien singulier, mais qui ne rentre pas moins dans la question des divers milieux au sein desquels les corps organisés ont pu être conservés. Nous voulons parler des ossements enfouis dans les glaces vers les deux pôles et qu'on a recueillis sur la côte nord-ouest de l'Amérique et sur les bords de la mer Glaciale, en Sibérie.

ROCHES MÉTAMORPHIQUES. *Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES.

ROCHES UTILES. *Voy.* l'*Introduction*.

ROYS (M. le marquis de). — M. le marquis de Roys, dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (vol. XIII, 1842) a proposé une nouvelle manière d'envisager le mode de refroidissement du sphéroïde terrestre. Partant de ce principe, que, dans un corps qui change d'état, sa température apparente ne varie pas, bien que dégageant ou absorbant du calorique, en conclut que jusqu'au moment de la solidification complète du globe, la température actuelle de la masse liquide et par conséquent son volume ne doivent pas varier.

Les causes du refroidissement, continue M. de Roys, sont toutes extérieures, et toutes les roches, celles du moins qui composent la surface, étant mauvais conducteurs, ces causes ne peuvent étendre leur influence au dedans que par une transmission nécessairement très-lente; et comme elles agissent

toujours à la surface, il en résulte que, jusqu'au moment où cette surface a atteint la limite de son refroidissement, elle perd beaucoup plus de calorique que l'intérieur ne peut lui en fournir. Les couches extérieures devront donc se contracter plus vite que celles de l'intérieur, et exercer une pression qui empêchera la formation de vides internes. L'inverse aura lieu lorsque le refroidissement de la surface aura atteint sa limite; la croûte extérieure aura alors une dimension constante, et il se formera des vides à l'intérieur. Or, la température de la surface étant encore abaissée pendant la période tertiaire, comme on est porté à le penser d'après certaines considérations paléontologiques, l'auteur conclut que la limite du refroidissement de la surface n'est pas encore atteinte, et qu'il n'y a, par conséquent pas à l'intérieur de vides qui aient pu déterminer des affaissements de la croûte solide, et auxquels on puisse attribuer les anciennes révolutions du globe.

Passant au mode de formation des premières roches, M. de Roys fait voir qu'au commencement l'eau se trouvait à l'état de vapeur dans l'atmosphère, dont elle devait occuper la partie supérieure, étant environ un tiers plus légère que l'air. Son contact avec les espaces célestes la privait de son calorique, et elle retombait sous forme de véritables torrents sur la surface incandescente du globe, d'où elle s'élevait bientôt de nouveau à l'état de vapeur. Ces alternances de condensation et de vaporisation continuèrent jusqu'à ce que la surface fût assez refroidie pour permettre le séjour de l'eau liquide dans ses dépressions. Ces vaporisations successives enlevaient en outre une grande quantité de calorique à la surface incandescente, et devait hâter son refroidissement et par suite sa solidification. Lorsque les eaux commencèrent à se maintenir à la surface, la température était cependant encore assez élevée pour que les alternances de vaporisation ou de condensation se continuassent pendant longtemps, quoiqu'avec une énergie d'autant moindre que la température s'abaissait davantage; et ce fut pendant cette période que se déposèrent les premières assises de roches schisteuses non cristallines, tandis que les roches solidifiées plus tard prirent un caractère de plus en plus cristallin.

Par suite de ce qui a été dit, les assises superficielles doivent tendre à se contracter jusqu'à ce qu'elles aient atteint la limite de leur refroidissement, et elles se contracteraient en effet, sans la résistance opposée par la masse liquide, dont le volume est resté constant. La pression qui en résulte empêche la formation des vides, et l'enveloppe solide éprouve une tension d'autant plus grande que le refroidissement fait plus de progrès

Le premier effet de cette pression dut être de modifier la forme du globe et de la rapprocher de la sphéricité qui, pour une même surface, offre le maximum de volume; mais le mouvement de rotation continuant, il ne put l'atteindre. Les eaux qui étaient d'abord répandues à la surface de la terre obéirent à la force centrifuge, lorsque la forme du sphéroïde fut modifiée par la tension de l'enveloppe solide, et leur puissance s'augmenta à l'équateur, tandis qu'elle diminuait aux pôles. Les actions solaires et lunaires s'exerçant librement sur cet océan sans bornes, produisaient un mouvement de flux et de reflux dont l'axe devait être à peu près celui de l'écliptique, et d'où résultaient aussi de grandes variations dans la hauteur des eaux vers les pôles. La tension de l'enveloppe, augmentant par ces actions réfrigérantes, finit par l'emporter. Il y eut rupture, suivant des lignes non parallèles entre elles, mais perpendiculaires à un même grand cercle, et les matières liquides de l'intérieur s'élevèrent dans ces fractures. Un dégagement considérable de calorique produisit en même temps une immense vaporisation, et par suite une énorme chute d'eau. Les roches injectées solidifiées, les bords des fractures relevés, des dépressions parallèles produites par la réaction des déchirures, tels furent les effets qui commencèrent à rendre très-inégale la surface de la terre.

L'augmentation de capacité pour le calorique, donnée à l'écorce solide par la tension qu'elle éprouvait, a produit ensuite un froid relatif très-intense dans les couches contiguës d'air et d'eau. Ce froid s'est opposé à l'existence des êtres qui vivaient auparavant et qui étaient organisés pour une température plus élevée. Ainsi pourrait s'expliquer le renouvellement des animaux et des végétaux lors des grandes révolutions du globe, et l'auteur arrive par une série de phénomènes de ce genre à la période des glaciers anciens que l'on suppose avoir mis fin à l'époque tertiaire. M. de Roys explique également le métamorphisme des roches par l'élévation de température qui se produisait à la suite des ruptures de l'écorce solide, et qui, occasionnant aussi à la surface une grande évaporation, donnait lieu à un véritable déluge, par la condensation et la précipitation, et par suite à un dépôt de transport diluvien, au commencement des grandes formations. Aujourd'hui la surface du globe paraissant avoir atteint la limite de son refroidissement, le volume de l'enveloppe demeurera constant, et il pourra se former des vides au dedans; mais, dans toutes les périodes antérieures, elle était loin de cette limite.

Le principe qui sert de base à l'hypothèse de M. de Roys a été combattu par M. Angelot (879), du moins dans son application au refroidissement du globe et il semble, en effet, que la permanence de température d'un corps qui change d'état n'est nécessaire que pour la partie même de ce corps qui change, va changer ou vient de changer, et

(879) *Bull.*, vol. XIII, p. 245. 1842.

non pour toute la masse, quelque étendue qu'elle soit, et quelles que soient la température et la composition de ses diverses parties. Rappelant ensuite cette circonstance, que, dans les balles de plomb fondu, il existe constamment une *chambre* excentrique, comme l'a constaté M. Leblanc (880), et dans le cas de la terre, la gravité étant vers le centre même du globe, la chambre doit tendre à s'y former dans toutes les directions, et à devenir, non pas excentrique comme dans les balles, mais bien concentrique. Si, à une certaine époque, la chambre concentrique est devenue complète, il s'y sera formé une seconde sphère solide, et ces circonstances se reproduisant par le refroidissement continu, on conçoit que la terre pourrait être composée d'une série de sphères concentriques emboîtées les unes dans les autres. M. Angelot ne regarde pas d'ailleurs le refroidissement comme terminé, mais seulement comme étant plus faible que dans la période tertiaire, et se continuant encore.

A cette occasion, M. Dufrénoy (881) a fait remarquer, d'après des calculs de M. Elie de Beaumont, que la densité moyenne de la terre, suivant M. Reich, étant 5,44 et celle des roches de la surface 2,75, celle des matières situées vers le centre doit être bien supérieure à 5,44. Si l'on suppose le globe formé de trois couches concentriques d'égale épaisseur, et dont les densités soient en progression arithmétique, la plus extérieure sera 2,75, la moyenne 10,82, et celle du centre 18,89. Or, ces deux dernières sont presque égales à la densité de l'argent (10,47) et à celle de l'or (19,26). En admettant un plus grand nombre de couches, la densité de celle du centre serait encore plus considérable. Ces densités se rapportent d'ailleurs aux densités effectives des matières qui composent le globe, eu égard à leur température et aux pressions auxquelles elles sont soumises ; mais ces résultats numériques ne nous apprennent rien sur la nature chimique de ces matières.

En recherchant si, dans l'état actuel des choses, la température moyenne de la surface du globe décroît plus ou moins rapidement que la température moyenne de la masse interne, M. Elie de Beaumont a aussi démontré (882) que le refroidissement annuel de la surface est plus grand que celui de la masse totale du globe pendant un laps de 38,359 ans, à partir de l'origine du refroidissement, et qu'ensuite le refroidissement moyen annuel de la masse surpasse celui de la surface, et cela de plus en plus. Si, d'après ces ingénieuses recherches du géologue éminent que nous venons de citer, on pouvait, connaissant la température moyenne actuelle de la surface, en déduire à quel moment de cette grande période nous nous trouvons, et si l'on savait actuellement que le refroidissement de la masse n'est pas plus grand que celui de la surface, bien que nous ne connaissons pas le calorique spécifique moyen de la masse, il semble qu'un grand pas serait fait vers la connaissance de l'ancienneté de notre planète, ou du moins, du temps qui s'est écoulé depuis son premier refroidissement.

S

SALAMANDRE, fossile gigantesque. — *Voy.* PLANTES FOSSILES d'OEningen et Andrias.

SALIFÉRIEN (ÉTAGE). — Deuxième étage des terrains triasiques, le sixième dans l'ordre chronologique, ainsi nommé à cause des nombreuses mines de sel qu'il renferme. On le trouve en France dans les départements de l'Indre, du Cher, de l'Allier, de la Nièvre, de Saône-et-Loire, des Vosges, de la Meurthe; en Allemagne, en Angleterre, etc.

C'est peut-être de tous les étages, le plus varié, suivant les couches et les localités. Dans les Vosges, il se compose de petites couches argileuses ou marneuses, colorées diversement en rouge, en jaune, en bleu ou en vert, entre lesquelles sont des grès quartzeux à grains plus ou moins fins, très-argileux. Ces couches sont souvent remplies de gypse, rarement de houille sèche, mais très-souvent de sel gomme. Cette dernière substance, dans le Wurtemberg comme à Vic, à Dieuze (Meurthe), est certainement la plus abondante, et devient une branche considérable d'exploitation industrielle. Ces couches salifères, souvent de 7 jusqu'à 10 mètres de puissance, alternent avec des couches d'argile, et l'ensemble de cette alternance atteint quelquefois une puissance de 150 mètres. Dans le Jura ce sont seulement des sources salifères qui sortent de cet étage et sont exploitées avec le plus grand succès. Dans le Tyrol, au contraire, ce sont des calcaires compactes, rouges ou gris, exploitables comme marbre, ou des calcaires noirs et gris, marneux ; des marnes grisâtres, jaunes, dolomitiques. et des grès rougès.

Les marnes irisées, ou le keuper, atteignent, aux environs de Salins, 230 mètres, dans le grand-duché de Bade 260 à 360 mètres de puissance; ce qui prouve une assez longue durée de cette période géologique

(880) *Ibid.*, vol. XII, p. 140; 1841.
(881) *Ibid.*, vol. XIII, p. 251; 1842.
(882) *Comp. rend.*, vol. XIX, p. 1327; 1844.

Caractères paléontologiques. — Les caractères distinctifs de l'étage sont, avec l'étage conchylien, formés par les 21 genres que nous avons vus s'éteindre dans l'étage conchylien, sans jusqu'à présent se trouver dans celui-ci.

Pour distinguer l'étage saliférien de l'étage sinémurien, indépendamment des plantes, nous avons 18 genres inconnus à cet étage, et qui naissent seulement avec l'étage sinémurien. Les genres sont ainsi répartis : Parmi les poissons, le genre *pachycormus* et un grand nombre d'autres ; parmi les mollusques céphalopodes, les genres *turrilites* et *bélemnites* ; parmi les mollusques gastéropodes, le genre *nerita* ; parmi les mollusques lamellibranches, 4 genres ; parmi les échinodermes, le genre *diadema* ; parmi les zoophytes, 2 genres. En réunissant ces 18 genres aux 21 qui servent de limites avec l'étage conchylien, nous avons 39 genres donnant des caractères négatifs pour distinguer l'étage saliférien des étages immédiatement supérieurs ou inférieurs.

Nous prenons, comme caractères positifs pouvant distinguer cet étage de l'étage inférieur, tous les genres qui, inconnus dans cet étage inférieur, apparaissent pour la première fois dans celui-ci. Ces genres, indépendamment des plantes, s'élèvent à 34.

Les genres qui, nés avec l'étage saliférien, se sont éteints avec cette époque, sans passer à l'étage sinémurien, peuvent donner des caractères positifs pour distinguer ces deux périodes. Ces genres sont au nombre de cinq. Parmi les reptiles, les genres *phytosaurus*, *capitosaurus* et *metopias* ; parmi les zoophytes, les genres *conophyllia* et *convexastrea*. Si nous y joignons les 15 genres qui, nés antérieurement, se sont encore éteints à cette époque, nous aurons 20 genres pouvant donner des caractères positifs entre les étages saliférien et sinémurien.

Le nombre plus élevé des genres qui naissent avec cette époque que celui des genres qui y disparaissent, démontre que l'étage saliférien forme le commencement d'une nouvelle période de formes animales qui se continuent dans les terrains jurassiques. Avec les ammonites, les trigonies et beaucoup d'autres genres de mollusques plus développés dans la période qui va suivre, apparaissent, en effet, un assez grand nombre de genres de zoophytes astréidées et d'amorphozoaires testacés, qui doivent se développer encore plus dans les terrains jurassiques. Ces caractères généraux sont d'autant plus remarquables qu'ils coïncident parfaitement avec ce que M. Brongniart trouve pour la flore de cette époque, toute intermédiaire entre l'étage conchylien et les premiers étages jurassiques.

Outre les caractères paléontologiques tirés des genres que nous avons vus être nombreux, nous avons, pour distinguer l'étage saliférien, un nombre considérable d'espèces. Indépendamment de 53 espèces de reptiles, de poissons et de crustacés, nous avons le nombre de 737 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui forment, pour nous, autant d'espèces caractéristiques auxquelles nous renvoyons pour prouver l'ensemble des faits.

Chronologie historique. — Il est probable qu'une perturbation géologique a terminé la durée de l'époque conchylienne ; car avec cette période animée nous voyons disparaître pour toujours, dans les couches terrestres, indépendamment des plantes qui composaient la flore de cette époque, 21 genres d'animaux et 107 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Après cet instant d'agitation, auquel nous attribuons l'anéantissement de ces êtres, le calme a dû peu à peu se rétablir ; et seulement alors, de déserte qu'elle était, la nature se repeuple de ses animaux et de ses plantes. L'étude de ces êtres nous montre, en effet, qu'en même temps apparaissent 34 genres d'animaux, 55 espèces de plantes et 137 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les animaux vertébrés et annelés. Ce sont au moins les formes nouvelles qui nous sont connues jusqu'à présent de l'ensemble d'êtres que peuplaient cette époque, et dont, sans doute, il n'est arrivé jusqu'à nous que des débris échappés au naufrage général qui l'a interrompue. Cette époque avait ses mers et ses continents.

Les mers de la période saliférienne avaient à peu près la même circonscription que les mers conchyliennes.

Les continents avec les animaux terrestres, probablement voisins de ceux de l'étage conchylien, mais dont aucun ne s'est conservé jusqu'à nous, sont couverts d'une riche végétation, dont quelques représentants se sont conservés, et forment la flore de cette époque, pour laquelle M. Brongniart s'exprime ainsi : « En comparant cette flore avec celle des grès bigarrés (étage conchylien des Vosges, et avec celle du lias (étages sinumérien, liasien et tourcien), on voit qu'elle n'a de commun avec la première que le *palæoxyris* qui paraît extrêmement voisin de celui du grès bigarré ; au contraire, elle ressemble à la flore du lias ou de l'oolite (terrains jurassiques) par les fougères, dont plusieurs sont très-voisines, par les *nilsonia* et les *pterophyllum*, qui sont aussi très-voisins spécifiquement de ceux du lias. » On voit que ces résultats sont conformes à ce que nous trouvons pour l'ensemble de la faune. Il serait donc tout aussi bien prouvé par les plantes que par les animaux que cette époque est intermédiaire dans ses caractères comme dans la position stratigraphique qu'elle occupe.

C'est à cette époque que M. Elie de Beaumont fait arriver son système du Thüringerwald, du Bœhmerwald-Gebirge, du Morvan, dont la dislocation est dirigée du O. 40° N. à l'E. 40° S. On rapporte encore à la fin de cette époque la surélévation de toute la partie orientale des Andes dans l'Amérique méridionale, comprise entre les 5° et 20° de-

grés de latitude sud, suivant la direction de O. 50° N. à l'E. 50° S.

SAURIENS FOSSILES. — Les sauriens (de σαῦρος, *lézard*) appartiennent au second ordre de la classe des reptiles. Durant ces périodes éloignées que remplit la formation des couches de la série secondaire, les reptiles de l'ordre des sauriens jouèrent un rôle si étendu que nous devons une place importante dans nos recherches à l'étude des restes intéressants de créations anciennes, que ces animaux ont laissés après eux et qui nous sont parvenus à l'état fossile. C'est là une tâche qui pourra sembler désespérée à toute personne peu familiarisée avec des sujets d'étude d'une antiquité aussi reculée. Mais la géologie, arrivée au point où elle en est maintenant, et appuyée sur l'anatomie comparée, nous fournit d'abondantes lumières sur l'organisation et les fonctions de ces familles éteintes de reptiles, et non-seulement nous pouvons rétablir leurs squelettes et en conclure leurs formes extérieures, mais nous pouvons en déduire aussi leur économie générale et leurs habitudes, la nature de leur régime, et souvent même l'histoire de leurs organes digestifs, enfin nous y pouvons lire jusqu'à leurs rapports avec les conditions du monde d'alors et avec les diverses formes d'organisation auxquelles ils étaient associés.

Les restes de ces reptiles se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent à ceux d'aucun autre animal que l'on ait découvert dans les dépôts qui ont précédé ou suivi la série secondaire (883).

Il y a tant d'espèces de sauriens fossiles, que nous ne pouvons qu'en choisir quelques-unes des plus remarquables pour faire connaître quelles conditions dominaient l'animalité à cette époque où la classe des reptiles dominait le sommet de l'échelle animale, atteignant souvent des dimensions dont rien n'approche parmi les divers ordres actuels, et qui semblent caractériser ce moyen âge de la chronologie géologique qui sépare les formations de transition des formations tertiaires.

Durant cet *âge des reptiles*, aucun des mammifères carnivores ou lacustres des périodes tertiaires n'a commencé d'apparaître sur le globe; ses habitants les plus formidables, soit sur la terre, soit dans les eaux, étaient des crocodiles et des lézards de formes diverses, souvent d'une stature gigantesque, et construits pour résister aux convulsions qui bouleversaient la surface de notre planète encore dans l'enfance.

(883) Les couches plus anciennes dans lesquelles on ait trouvé des reptiles sont celles qui se lient avec la formation du calcaire magnésien. L'existence de reptiles voisins des monitors dans le schiste cuivreux et le *zechstein* de l'Allemagne a été constatée depuis longtemps, et l'on a trouvé, en 1834, deux espèces voisines des iguanes et des monitors dans les conglomérats dolomitiques de Durdham-Dwn, près de Bristol.

(884) L'extrémité postérieure des scaphites est enroulée, à la manière des ammonites, en tours de spire qui s'enveloppent complétement. La dernière chambre ou chambre antérieure est plus grande que toutes les autres ensemble; et quelquefois (probablement dans l'âge adulte) elle se recourbe en arrière, jusqu'au point d'aller toucher la spire postérieure. Il en résulte que la bouche se comprime et devient plus étroite que la chambre elle-même. C'est ce caractère tiré de la chambre extérieure qui sépare les scaphites des ammonites; car ces deux genres se ressemblent sous tous les autres rapports : dans l'un comme dans l'autre, les lames transversales sont nombreuses et traversées par un siphon marginal situé vers la face dorsale de la coquille, et en outre les bords en sont lobés, entaillés profondément et festonnés.

A la vue de cette vaste et importante place assignée aux reptiles parmi les habitants primitifs de notre globe, nous sentons s'élever un intérêt tout à fait nouveau pour les ordres maintenant existants et comparativement si peu nombreux de cette classe la plus ancienne des quadrupèdes dont le nom seul excite d'ordinaire un instinctif sentiment de dégoût. Nous n'aurons plus pour eux ce mépris, quand nous aurons lu dans les annales de la géologie qu'il fut un temps où non-seulement ils étaient les habitants les plus nombreux de la surface terrestre et ses dominateurs les plus puissants, mais où leur pouvoir s'étendait encore jusque sur les domaines des océans, et qu'on peut reculer leur histoire jusqu'à bien des milliers d'années au delà de cette époque de la création progressive des animaux, où les premiers parents de la race humaine furent appelés à l'existence.

Les personnes à l'esprit desquelles ce sujet est offert pour la première fois entendront avec étonnement, peut-être même incrédulité, des récits tels que ceux que je viens de faire. Et il est juste d'admettre qu'au premier coup d'œil on les prendrait plutôt pour des rêves de l'imagination, pour des romans, que pour les résultats sévères d'une investigation froide et raisonnée; mais pour quiconque voudra examiner les faits sur lesquels nous établissons nos conclusions, il n'y aura pas plus de doute possible sur l'existence éloignée de ces étranges et curieuses créatures, ou sur le lieu et l'époque où nous affirmons qu'elles ont vécu, que l'on n'en peut avoir pour les paroles de l'antiquaire qui, trouvant les catacombes égyptiennes remplies de momies d'hommes, de singes et de crocodiles, en tire cette conclusion que ce sont là les restes de mammifères et de reptiles qui faisaient partie de l'une des populations anciennes qui se sont succédé sur les bords du Nil.

SAUROIDES. *Voy.* Poissons.

SAUSSURE. *Voy.* Géologie.

SCAPHITES. — Ce nom désigne un genre de coquilles cloisonnées, elliptiques, d'une beauté remarquable, et qui appartiennent presque exclusivement à la formation de la craie. Chacune de leurs extrémités est enroulée, tandis que leur portion médiane forme presque un plan horizontal, et elles rappellent ainsi la forme des bateaux chez les anciens. C'est cette particularité qui leur a fait donner le nom sous lequel on les désigne (884).

Il est à noter, comme un fait digne de remarque, que ces deux modifications de la structure des ammonites, qui constituent les genres scaphite et hamite, n'apparaissent que très-rarement, et seulement dans le lias et l'oolite inférieur, avant la période des formations crétacées, période pendant laquelle s'éteignit presque complétement, après une existence si longtemps prolongée, le type du genre ancien des ammonites (885).

SCIENCE, *ennemis de la science combattus par Mgr Wiseman.* — *Voy.* COSMOGRAPHIE DES PÈRES *sub fin.*

SCILLA. *Voy.* GÉOLOGIE.

SCORPION. — Une communication faite par le comte Sternberg aux membres du musée national de Bohême (Prague, 1835), renferme la description d'un scorpion fossile qu'il a découvert dans l'ancienne formation houillère du village de Chomle, près de Radnitz, au sud-ouest de Prague. Ce fossile important, le premier de cette sorte que l'on ait découvert, le fut en juillet 1834, dans une carrière située vers la lisière de ce terrain, près d'un endroit où l'on extrait de la houille depuis le XVI^e^ siècle. On a rencontré dans cette même carrière quatre troncs d'arbres dressés et de nombreux débris végétaux de la même nature que ceux qui se voient dans la grande formation houillère de l'Angleterre.

Plusieurs dessins de ce scorpion furent mis sous les yeux d'une commission, lors de l'assemblée des naturalistes et des médecins de l'Allemagne à Stuttgard, en 1834. Nous empruntons au rapport qui en fut fait les diverses particularités qui suivent (886).

Toutes les analogies déduites des espèces actuelles nous permettent de poser en fait que la présence de grandes espèces de scorpions est un indice certain de la température élevée du climat sous lequel ils habitent, et cette conséquence est parfaitement en harmonie avec l'aspect tropical des végétaux auxquels le scorpion est associé dans le terrain houiller de la Bohême.

SCUTIBRANCHES. *Voy.* GASTÉROPODES.

SÉDIMENTS ANCIENS COMPARÉS AUX SÉDIMENTS ACTUELS. — La présence de restes nombreux d'animaux marins et de plantes fossiles au sein de tous les étages géologiques est une preuve incontestable qu'il existait toujours simultanément, à l'époque des plus anciennes couches terrestres, comme à présent, des continents et des mers. Ce fait établi, tout porte à croire qu'à chacune de ces époques des causes physiques analogues aux causes physiques actuelles pouvaient produire des résultats semblables.

Les mers anciennes recevaient, de même, des sédiments terrestres, des sédiments produits par l'usure des côtes et par la décomposition des restes organisés. Les nombreux morceaux de bois fossiles qu'on trouve dans les couches marines du lias supérieur de Thouars (Deux-Sèvres), dans l'étage bajocien de Port-en-Bessin (Calvados), de l'étage kimméridgien de Châtelaillon (Charente-Inférieure), de l'étage parisien supérieur de Vaugirard, etc., démontrent qu'à ces diverses époques, comme à présent, des affluents terrestres apportaient leur tribut à la mer. D'un autre côté, le *productus* de l'étage carbonifère, rencontré dans les couches contemporaines, en Russie, par MM. de Verneuil et Murchison, les restes organisés de tous genres, et les fragments de roche transportés à l'état fossile, de l'état albien dans les couches tertiaires de Clansayes (Drôme), ceux de Machéroménil (Ardennes), et jusqu'aux fragments de calcaire grossier pétris de ses fossiles remaniés dans les grès sili-

(885) On trouve dans le lias du Wurtemberg les *scaphites bifurcatus* et les *hamites annulatus* dans l'oolithe inférieur de la France.

(886) Le scorpion fossile diffère des espèces actuelles, moins par sa structure générale que par la position de ses yeux. Par rapport à ces derniers organes, le genre *androctonus* est celui dont il se rapproche davantage. Ce genre a aussi douze yeux, mais disposés autrement que dans l'espèce fossile. C'est à cause de la disposition à peu près circulaire qu'affectent ces organes chez ce dernier animal que l'on en a fait un genre nouveau sous le nom de *cyclophthalmus*.

Les orbites où étaient contenus ces douze yeux sont dans un état parfait de conservation. Un des petits yeux et le grand œil du côté gauche ont encore conservé leur forme, en même temps que leur cornée qui est plissée. L'intérieur est rempli d'une substance terreuse.

Les mandibules sont également très-distinctes, mais elles sont dans une position renversée. Chacune offre trois dents saillantes; et si l'on examine l'une d'elles sous un grossissement convenable, on y voit les poils qui recouvrent la lame cornée dont elle est revêtue.

Les anneaux thoraciques, qui paraissent être au nombre de huit, et ceux de la queue sont trop disloqués pour que l'on en puisse facilement distinguer le nombre; mais ils diffèrent de ce que l'on observe dans toutes les espèces connues. La vue de la face dorsale a été obtenue en taillant la pierre par la face postérieure.

On voit très-bien l'animal par sa face inférieure, et le palpe droit terminé par les pinces qui caractérisent le genre. Cette pince et l'abdomen sont séparés par une graine fossile carbonisée d'une espèce commune dans la formation houillère.

L'enveloppe cornée de ce scorpion est dans l'état de conservation le plus extraordinaire; car elle n'est ni décomposée ni carbonisée. La substance propre (*chitine* ou *élytrine*) qui composait probablement cette enveloppe, comme les élytres des scarabés, a résisté à la décomposition et à la minéralisation. Elle se détache facilement et elle est élastique, translucide et cornée; deux couches la constituent, dont chacune a conservé la structure qui lui est propre. L'extérieure est rugueuse, presque opaque, flexible et d'une couleur noir-brun; la couche interne au contraire est plus molle, de couleur jaune, moins élastique; elle est organisée du reste comme la lame externe. On voit, à l'aide du microscope, que chacune de ces deux lames est formée de cellules hexagonales séparées par de fortes cloisons. D'espace en espace, elles sont traversées par des pores toujours ouverts, et qui présentent chacun une auréole enfoncée, avant à son centre une petite ouverture qui sert d'orifice à une trachée. On voit l'impression des fibres musculaires destinées à mettre les pattes en mouvement.

ceux d'Auvers (Seine-et-Oise), montrent que les mers enlevaient, comme à présent, des sédiments, par l'usure des couches consolidées de leur littoral. Comme il existait à toutes ces époques des animaux variés, ils étaient, sans aucun doute, soumis aux mêmes lois de désorganisation qu'aujourd'hui, et donnaient aussi leurs sédiments.

Les sédiments anciens, ainsi que les sédiments actuels, étaient, suivant leur provenance, de différentes natures. Ils se composaient également de cailloux roulés ou anguleux, de gros sable, de sable fin, de sable vaseux, de vase calcaire ou siliceuse; mais ces premiers, dans l'immensité de temps écoulé depuis leur dépôt, se sont, en se consolidant plus ou moins, modifiés de diverses manières, selon leur composition, les infiltrations qui les ont pénétrés, la pression qu'ils ont subie, et le voisinage des cheminées du globe.

Les *cailloux* roulés ou arrondis, entremêlés de sable ou de molécules plus fines, ont, par leur consolidation, formé ces roches que les minéralogistes nomment *poudingues*, où ces mêmes cailloux se distinguent parfaitement, comme à Carry, près des Martigues (Bouches-du-Rhône), comme à Gévaudan (Basses-Alpes), etc., etc. Les fragments anguleux, en s'unissant de différentes manières, ont constitué les *brèches*, qui montrent toujours les éléments de composition, par la différence de nature des fragments empâtés et de la matière qui les unit.

Le gros sable est souvent resté à l'état de désagrégation, état dans lequel on le trouve au cap de Hève, près du Havre, et sur beaucoup d'autres points; ou bien il a formé des roches dures, des grès à gros grains très-durs, comme ceux de Saint-Calais (Sarthe), de Noirmoutiers (Vendée), etc.

Les sables quartzeux fins, bien plus communs, sont aussi souvent restés dans l'état pulvérulent, à Vandeuvre (Aube), aux environs de Morte-Fontaine (Oise); mais ils représentent aussi plus fréquemment encore, dans les couches terrestres, ces grès à paver de Fontainebleau, d'Etampes, aux environs de Paris, ces grès blancs du lias, près de Sémur (Côte-d'Or), de Metz (Moselle), ces grès siluriens de May (Calvados), ou ces *quartzites* de beaucoup d'autres lieux.

Les molécules siliceuses plus fines ont, suivant leur nature et suivant les modifications qu'elles ont subies, servi à former les roches phylladiennes, les grauwackes, les schistes, les schistes micacés de l'étage silurien d'Angers (Maine-et-Loire), et des environs de Rennes (Ille-et-Vilaine), etc., etc.

Les sédiments, plus ou moins mélangés de silice et de chaux, ont donné lieu, en se modifiant, à la formation des calcaires proprement dits, des roches marno-calcaires, des argiles et de la craie de tous les pays.

Si, aux diverses époques géologiques, les choses se sont passées comme à présent, on doit trouver, à chacune de ces époques, la nature des roches sédimentaires excessivement variable suivant les lieux; car il est probable que les courants des mers agissaient de la même manière sur la répartition des sédiments, suivant leur nature et leur densité. C'est, en effet, ce que nous voyons en étudiant les étages. On pourrait même dire que c'est cette variabilité de composition minéralogique du même étage, selon les lieux, qui a souvent induit en erreur ceux qui voulaient la trouver partout identique de caractères minéralogiques au même niveau géologique.

Si, comme on en a la preuve, les sédiments marins étaient de natures variées aux diverses époques géologiques, ils doivent avoir subi le même mode de répartition que dans les mers actuelles, suivant la pente du littoral, suivant sa configuration et la force des courants.

L'étude des couches terrestres le démontre de toutes les manières. La grande uniformité des dépôts argileux de quelques points, et leur manque presque complet de restes organisés, donnent la certitude qu'ils se déposaient au fond des mers. L'étage conchylien des environs de Toulon (Var), ainsi que les étages oxfordien et callovien de beaucoup de points des Hautes et Basses-Alpes, sont dans ce cas. On reconnaît ailleurs, par les petites couches bien séparées, comme dans les étages sinémurien, callovien et néocomien des environs de Castellane (Basses-Alpes), par les restes organisés complétement conservés, que ce devaient être des dépôts tranquilles et riverains. Enfin, par les lits obliques des couches horizontales, on reconnaît que les bancs de l'étage bathonien de Luc, de Ranville (Calvados), que ceux de l'étage parisien d'Auvers (Seine-et-Oise), se sont formés sous la même influence des courants que les bancs de sable de notre littoral, et ceux qu'on voit dans le lit de la Loire.

On expliquerait difficilement, en géologie, sans faire intervenir l'action appelée *perturbations naturelles*, la formation très-remarquable des alternances souvent répétées, sur un seul point, de couches parallèles de diverses natures, composant un même étage. Avec des courants dans une direction identique, avec des agents charrieurs invariables, il se formerait des amas considérables de matière dont l'ensemble serait à peine stratifié; et jamais, sur le même point, des couches de sable ne viendraient recouvrir des couches de sédiments vaseux, pas plus que des bancs horizontaux ne pourraient se trouver au milieu des lits inclinés. Les perturbations naturelles de l'époque actuelle nous expliquent à la fois toutes ces apparentes anomalies qui ont souvent embarrassé les géologues.

Ces perturbations nous donnent, par suite des tempêtes annuelles périodiques, le mode de formation des couches alternes, comme celles de l'étage corallien du ravin des Tournelles, près de Sauce-aux-Bois (Ardennes), où les couches sont formées de calcaire compacte blanc, empâtant un amas de coquilles, tandis que les autres couches inter-

médiaires, sans coquilles, sont plus marneuses et moins dures.

Des perturbations plus variées peuvent seules, et sans le secours des révolutions géologiques, nous expliquer cette alternance singulière de bancs de sable fin en couches horizontales, et de lits de sable et de coquilles, inclinés tantôt à l'est et tantôt à l'ouest, qu'on remarque à Auvers (Seine-et-Oise), dans la zone supérieure de l'étage parisien.

Sans les phénomènes périodiques actuels des changements de courants apportés par les coups de vent, il nous serait difficile d'expliquer encore comment l'immense puissance d'un étage peut être divisée en petites couches d'une égale épaisseur, et cela d'une manière si constante que, dans certains cas, les bancs se succèdent régulièrement comme dans une bâtisse. Chaque lit, plus dur, est séparé par une très-légère couche argileuse, ainsi qu'on le voit dans l'étage sinémurien de Castellane, de Dignes, dans l'étage callovien de Chaudon, dans l'étage néocomien de Cheiron, de Barrême (Basses-Alpes), dans l'étage oxfordien de Vermanton (Yonne), etc., etc.

Ces quelques cas isolés, que nous avons pris au hasard, suffiront, nous le pensons, pour prouver qu'aux diverses époques passées, la nature était soumise aux mêmes actions passives et fortuites qui existent aujourd'hui.

Si la nature et la disposition seule des couches sédimentaires du globe nous ont donné la preuve que des causes identiques aux causes actuelles présidaient à leur formation, la distribution des êtres dans ces couches, et toutes les circonstances de leur anéantissement nous le prouveront d'une manière bien plus certaine. Passons successivement en revue, sous ce rapport, les diverses conditions de dépôts avec les restes organisés contenus dans les couches terrestres.

Nous avons dit que les animaux vertébrés entiers flottants ne pouvaient être jetés que sur le littoral, et que là ils pouvaient se conserver, principalement sur les golfes tranquilles, où se déposent les sédiments fins. C'est, en effet, ce que nous trouvons pour les animaux terrestres et marins ; les mammifères et les oiseaux entiers de Montmartre, près Paris, les poissons d'Aix (Bouches-du-Rhône) se sont déposés sur des sédiments très-fins d'un lac terrestre; les grands sauriens de Lyme-Regis (Angleterre), sont avec des sédiments marins fins. Il en est de même des nombreux poissons du Monte-Bolca, des Acanthoteuthes de l'étage oxfordien de Solenhoffen et de la bélemnite entière de l'étage callovien d'Angleterre, où, avec les restes d'animaux vertébrés flottants, sont toujours des coquilles qui flottaient, telles que ces ammonites si remarquables par la belle conservation de toutes leurs parties. C'est encore et seulement sur le littoral des golfes maritimes tranquilles que pourront se conserver, pour l'avenir, les traces les plus fugaces des animaux eux-mêmes, ou ces empreintes physiologiques et physiques qu'on trouve répandues à la surface du globe, comme les empreintes physiologiques de pas d'oiseaux et de reptiles, comme les empreintes physiques de gouttes de pluie, et les sillons marins laissés par la mer sur le sable, sur les grès tertiaires de la Patagonie, sur les grès portlandiens des environs de Boulogne (Pas-de-Calais), et qui montrent, près les uns des autres, des sillons tracés par la mer actuelle, avec ceux qui se sont formés à l'époque portlandienne

Nous avons dit que les coquilles flottantes devaient nécessairement être déposées sur le littoral des mers. C'est aussi sur le bord des antiques bassins marins qu'on les trouve en plus grande abondance. Il suffira de suivre le pourtour des roches granitiques des départements des Deux-Sèvres et de la Vendée, ou des roches paléozoïques des départements de la Sarthe et du Calvados, pour reconnaître que, sur tous les points, les différents étages géologiques qui s'y adossent sont remplis d'un nombre considérable de coquilles flottantes, de nautiles et d'ammonites. On trouve souvent dans les étages toarcien, bajocien, bathonien, callovien et oxfordien de ces anciens rivages, de même qu'à Saint-Julien de Cray (Saône-et-Loire), etc., des couches exclusivement formées d'ammonites et de nautiles, tandis que les autres points de ces mêmes étages, placés au centre des anciens bassins, où les couches déposées par les courants sous-marins, comme à Luc, à Langrune, à Ranville (Calvados), ne contiennent point de coquilles flottantes, ou elles sont très-rares.

En parlant des animaux non flottants, nous avons dit qu'ils pouvaient mourir de vieillesse dans les couches sédimentaires en repos, et rester dans leur position normale d'existence. M. d'Orbigny en a observé à cet état dans les couches coralliennes du canal de Niort et dans les environs de la Rochelle (Charente-Inférieure), près de Cyrey-le-Château (Haute-Marne), et sur une foule d'autres points de tous les âges géologiques.

Des coquilles bivalves peuvent encore, dans leur position normale, être enveloppées de sédiments, par suite d'une perturbation naturelle, et montrer alors sur le même niveau des coquilles bivalves de tous les âges, comme sur les bancs calcaires de l'étage kimméridgien, qui se découvrent à mer basse à la pointe de Châtelaillon (Charente-Inférieure), où elles sont à côté de gastéropodes dans leur position normale, la bouche en bas, ou de groupes de *mitylus* et de *pinna*, tels qu'ils ont vécu, c'est-à-dire encore réunis en famille.

Le plus souvent, les restes d'animaux vertébrés, ainsi que les coquilles et les polypiers, sont dans les anciennes mers, comme dans les mers actuelles, déposés sur la côte, ou charriés par les courants sous-marins,

Les côtes se reconnaissent toujours au désordre des coquilles, et à la grande quantité de coquilles flottantes mélangées aux autres. Les couches de l'étage bajocien, ou de l'oolithe inférieure des moutiers des environs de Bayeux (Calvados), de Niort (Deux-Sèvres), sont dans ce cas, ainsi que l'étage oxfordien de Launoy (Ardennes), le lias supérieur de la Verpillère (Isère), et une multitude d'autres points de la France.

Quand les coquilles et les autres corps organisés sous-marins sont transportés, ils y forment, sous l'action des courants violents, ces lits inclinés que nous avons décrits si marqués à Luc, à Lyon, à Ranville (Calvados), et à Auvers (Seine-et-Oise); ou ces bancs alternatifs de poudingues, de gros grès, de sable et d'argile de l'étage falunien de Carry (Bouches-du-Rhône), de Gévaudan (Basses-Alpes). Lorsque, au contraire, les courants ont agi, mais sans violence, ils ont formé ces bancs, ces lits de coquilles si fréquents dans les couches de tous les âges géologiques, où ils sont mélangés avec des sédiments, comme aux environs de la Rochelle, de Sauce-aux-Bois (Ardennes), ou seuls, comme à Luc, à Langrune (Calvados), à Saint-Mihiel (Meuse), à Tonnerre (Yonne), à Damery, à Montmirail (Marne), à Chaumont (Oise), à Grignon (Seine-et-Oise), etc.

Cherchons-nous encore dans les mers anciennes des exemples de ces dépôts sous-marins, formés dans le repos déterminé, soit par la profondeur, soit par la tranquillité d'un point du littoral moins profond, mais situé en dehors de l'action du courant, nous les trouverons souvent des mieux marqués. L'étage sénonien, où la craie blanche du bassin parisien et tous les êtres n'ont subi aucune usure, est certainement dans ce cas. Les couches à milioles, formées seulement de foraminifères des carrières de Gentilly et de Vaugirard, près de Paris, se sont également déposées dans le repos, ainsi qu'une multitude de couches plus anciennes.

La présence des *conularia* dans les mers très-anciennes, des *hyalea*, des *cleodora*, dans l'étage falunien de Bordeaux, des *carinaria* et de quelques ptéropodes dans les couches des environs de Turin, nous prouve qu'aux époques géologiques il existait, comme dans les mers d'aujourd'hui, des animaux pélagiens. Les animaux côtiers étaient également les plus nombreux dans tous les étages qui se sont succédé jusqu'à nos jours; ainsi tout porte à croire que leur répartition devait subir les influences de la température, de la configuration, de la nature des côtes, et avoir des niveaux spéciaux d'habitation, surtout dans les étages tertiaires qui approchent le plus des conditions actuelles. La faune tertiaire de l'étage parisien annonce en effet qu'elle a vécu sous une température plus élevée que la température actuelle de Paris.

L'influence du niveau d'habitation, de la configuration et de la nature des côtes, sur la répartition des êtres, est très-marquée dans les couches fossilifères de tous les âges géologiques. Elle explique pourquoi les *pholadomia* et d'autres coquilles, ayant le même genre de vie, se trouvent toujours dans les calcaires marneux, qui jadis étaient à l'état de vase, tandis qu'elles manquent dans les grès grossiers du même étage. Elle explique l'abondance de coquilles des rochers sur quelques localités, comme les bancs d'hippurites et de radiolites des Corbières (Aude), des Martigues (Bouches-du-Rhône, du Beausset (Var), et donne la clef de toutes ces anomalies qu'on remarque dans la distribution locale des êtres marins, au sein des couches sédimentaires. Cette influence est surtout très-remarquable sur les bancs de coraux de l'étage silurien de Dudley (Angleterre), de l'étage dévonien de Bensberg, et sur les récifs des mers jurassiques, comparés aux récifs actuels. En effet, la faune propre aux récifs anciens de l'étage oxfordien des chailles du Jura, aux récifs de l'étage corallien de Saint-Mihiel (Meuse), d'Oyonnaux (Ain), de Tonnerre, de Chatel-Censoir (Yonne), de la Pointe du Ché (Charente-Inférieure), est tout à fait distincte des faunes voisines déposées sur des côtes différentes de la même époque. Comme les bancs de *coraux* des Antilles et des îles océaniennes, ces bancs de coraux anciens offrent une série d'êtres propres, dans laquelle dominent surtout les coquilles parasites, les térébratules et les échinodermes de certains genres.

Les dépôts terrestres et fluviatiles, rencontrés dans les couches fluvio-terrestres, nous démontrent que les mêmes circonstances d'habitation existaient sur les continents anciens et sur les continents actuels. Les *unio* du Wild-Clay de l'île de Wight le prouvent pour l'étage néocomien. Les couches à *physa* et à *helix* de Rilly-la-Montagne, du Mont-Bernon (Marne), d'Orgoa, de Vitrolle (Bouches-du-Rhône), les présentent dans l'étage suessonien; les couches d'eau douce de Paris les offrent dans l'étage parisien; on les voit aux environs de Montpellier (Hérault), dans le bassin bordelais, dans les environs de Mayence, aux bords du Rhin, etc., etc.

Ces quelques exemples des divers genres d'influences suffiront pour prouver, qu'à toutes les époques géologiques, des conditions identiques aux conditions actuelles influaient sur la formation des sédiments, sur leur répartition, sur la distribution des restes organisés, suivant leur nature vivante, ou suivant leur état de corps bruts, inertes, soumis alors aux agents charrieurs.

SÉDIMENTS MARINS. *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES. — *Leur répartition dans les mers.* — *Voy.* ibid. — *Sédiments vaseux. Voy.* ibid. — *Sédiments fluvio-terrestres. Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES, art. II.

SEL. *Voy.* l'*Introduction.* — *Sel gemme. Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES.

SÉNONIEN (ÉTAGE). — Le sixième de la période crétacée et le 22e de l'échelle totale des terrains. La ville de Sens, l'antique *Senones*, est située au milieu de la partie de l'étage la mieux caractérisée. C'est aussi le *terrain crétacé supérieur*, la *craie blanche*, le

terrain supercrétacé, le *calcaire jaune*, et une partie de la *craie tufau* de la Touraine, l'*étage crayeux* (partie) de M. Cordier, etc. Type français sous-marin à Epernay, Meudon, Sens, Tours, Saintes, Maestricht, etc.

On a donné le nom de *craie blanche* à cette immense surface de craie supérieure, essentiellement blanche, du parisien. Cette dénomination lui est, en effet, très-applicable, à Meudon et dans la Champagne; mais elle peut, ailleurs, devenir la source de plus d'une erreur. Certaines parties des étages cénomanien et turonien, à Saint-Sauveur, à Saint-Florentin, sont, comme on l'a vu, très-blanches, et ne diffèrent pas, minéralogiquement, de la véritable craie blanche, tandis qu'au contraire, dans les Pyrénées, l'étage qui nous occupe est bleuâtre, qu'à Tours il est jaune, qu'à Saintes et à Cognac il ressemble à ce qu'on a nommé craie tufau. Il en résulte que, d'un côté, l'on peut appeler, minéralogiquement, craie blanche, des étages bien différents par leur stratification et leurs faunes fossiles; tandis qu'en d'autres lieux, ce même horizon ne saurait plus être appelé craie blanche, attendu qu'il est de toute autre couleur, ou même à l'état de grès. C'est pour obvier à ces inconvénients que M. d'Orbigny lui a donné le nom d'*étage sénonien*.

Voici l'horizon crétacé le plus vulgaire, sur certains points, par sa nature minéralogique. En effet, il n'est pas un géologue qui ne connaisse en France cette vaste extension de craie blanche qui couvre le nord et le nord-est du bassin anglo-parisien, et dont les limites sont si bien représentées dans la belle carte géologique de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont. Nous allons, du reste, indiquer les limites géographiques de ces régions si connues, et ajouter beaucoup d'autres points répartis sur les diverses parties du monde où nous avons reconnu l'étage sénonien. D'après l'étude stratigraphique et la faune qui le caractérise, la mer de cet étage couvrait, en France, tout le centre du bassin anglo-parisien, depuis Vitry-le-Français jusqu'aux côtes de la Manche, et en Angleterre, de Tours jusqu'au cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais). Bien qu'il soit recouvert au centre par les terrains tertiaires, il n'en montre pas moins, çà et là, dans le fond des vallées, quelques parties qui dénotent partout son existence. Sur le littoral de la mer, sauf quelques légères interruptions, on le voit former la plus grande partie des falaises de craie, depuis le Havre jusqu'à Etaples. Sa puissance est immense à Etretat, à Criqueport, à Fécamp, à Dieppe, à Saint-Valery-en-Caux, à Montreuil et à Etaples; puis, après une interruption formée par les terrains jurassiques du Boulonnais, on le voit reparaître au cap Blanc-Nez. Indépendamment du littoral, il se montre dans la vallée de la Seine, au-dessus de Rouen, aux Andelys, à Louviers, à Evreux, à Mantes, à Meudon et à Marly, près de Paris; dans la vallée de Dieppe, tout autour du lambeau plus ancien du pays de Braye, près de Beauvais, de Chaumont, de Méru, etc.: dans les vallées de l'Arque, de la Yères, de la Bresle, de Tréport, de la Somme, de l'Autie et de la Canche. Maintenant, si nous continuons autour du bassin anglo-parisien, nous le verrons former une large surface dirigée au sud-est. Dans le Pas-de-Calais, elle passe par Béthune; dans le nord, à Douai, à Cambrai; dans la Somme, à Péronne; dans l'Aisne, à Saint-Quentin, à Ribemont, à Vervins; dans les Ardennes, à Rethel, à Neufchâtel; dans la Marne, à Reims, à Chavot, à Ablois, près d'Epernay, à Châlons-sur-Marne, à Vitry, à Sézanne; dans l'Aube, à Arcis, au-dessus de Troyes, à Nogent; dans l'Yonne, à Sens, à Joigny, à l'ouest de Saint-Fargeau. Plus au sud, partout recouvert dans les terrains tertiaires, l'étage sénonien se voit, néanmoins, dans le Loiret, au nord de Montargis, à Châtillon. Bien qu'une légère différence de composition minéralogique ait empêché de le reconnaître ailleurs, M. d'Orbigny l'a retrouvé, avec tous ses caractères, dans le département de Loir-et-Cher, à Saint-Gervais, près de Blois, à Couture, à Montoire, à Vendôme, aux Roches, au Songé, etc.; dans l'Indre-et-Loire, à Tours, à la tranchée de la grande route de Paris, et sur une grande surface du cours de la Loire, en remontant ou descendant. La vallée de Saint-Christophe le montre aussi, et il l'a encore revu au-dessus de Chinon; dans la Sarthe, aux couches supérieures de Poncé, de Sainte-Cérotte, à Saint-Frimbault, à Saint-Germain, près de la Flèche; dans l'Orne, dans le Calvados, à Honfleur. Un petit lambeau se voit dans la Manche, à Sainte-Colombe, à Orglandes, à Golleville et à Fréville, à la fosse de la Bonneville. Par les lignes que nous avons suivies, on voit que l'étage sénonien forme un vaste cercle, pour ainsi dire non interrompu, autour du bassin anglo-parisien, en France, et que la répartition géographique en est la même que celle de l'étage précédent; seulement il se trouve toujours en dedans et plus au centre du bassin.

La continuation du même bassin se trouve en Angleterre, où nous voyons l'étage couvrir une vaste surface à l'est, depuis la Manche jusqu'au Yorkshire. Par les fossiles, nous ne trouvons, dans le vaste lambeau de la Belgique et de Maestricht, que l'étage sénonien.

Dans le bassin pyrénéen, l'étage n'est pas moins bien tracé que dans le bassin anglo-parisien avec les mêmes fossiles.

Dans le bassin méditerranéen on en a reconnu beaucoup de lambeaux isolés qui témoignent de son existence sur l'étage turonien.

M. d'Orbigny a reconnu, par les fossiles identiques et l'ensemble de la faune, que tous les terrains crétacés de l'Amérique septentrionale, dont M. Morton a si bien décrit la faune, dépendent de l'étage sénonien, et non des grès verts, auxquels on les avait rapportés, par suite de fausses identifications.

En résumé, l'étage sénonien s'étendrait de

la zone torride au 36e degré de latitude méridionale et au 56e de latitude boréale, en faisant, en longitude presque le tour du monde. On peut, dès lors, en apprécier toute l'importance.

Sur tous les points du bassin anglo-parisien, où l'on a pu voir les couches inférieures, l'étage sénonien repose directement, en stratification concordante, sur l'étage turonien. Ce fait, constaté au nord et à l'est du bassin, a été encore reconnu dans le sud-ouest et l'ouest, dans tous les départements de la Touraine, de la Sarthe, de l'Orne et du Calvados. Les parties sud-ouest du bassin pyrénéen, de la Charente à la Dordogne, sont dans le même cas, ainsi que l'autre côté espagnol dans les provinces de Saint-Ander et de Biscaye. Il en est de même, dans le bassin méditerranéen, des couches de Corbières du gros et du petit Pirodu, près de Martigues, du Cas au Beausset. En Angleterre et en Allemagne, la même concordance existe, et cette circonstance donne la preuve que l'étage sénonien a bien succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage turonien qu'il recouvre sur tous les points où il n'y a pas de lacunes.

Tels sont les résultats auxquels on est arrivé par la stratification et l'étude des faunes; mais, si la superposition immédiate des deux étages peut également faire arriver à cette conclusion, sur le sol de la France, il n'en est pas ainsi des autres points. Cette stratification reste entièrement muette, et même peut induire en erreur, lorsqu'il manque un si grand nombre d'étages intermédiaires, comme au nord et au sud de la Russie, au Chili, dans l'Amérique septentrionale; dans l'Inde, où l'étage repose sur l'étage dévonien, sur l'étage oxfordien, ou même sur les roches azoïques, et alors la paléontologie seule peut arriver à les classer dans leur véritable horizon géologique.

L'étage paraît atteindre près de 100 mètres de puissance à Saint-Ander, et une puissance encore plus grande existe au milieu du bassin anglo-parisien, par exemple, dans les falaises de la côte maritime de la Seine-Inférieure, près de Fécamp, et même à Paris, où le puits artésien pourrait faire croire à au moins 300 mètres d'épaisseur.

Tout le monde a remarqué les bancs de silex qui occupent les parties supérieures de l'étage sénonien; mais ces silex, loin d'être spéciaux à la craie blanche, se trouvent à beaucoup d'étages géologiques différents. Nous les avons cités dans l'étage carboniférien, et nous les avons rencontrés successivement, dans les étages toarcien de Sainte-Honorine de Thouars; bajocien de Poitiers; callovien de Grasse; oxfordien de Châtel-Censoir; corallien de Trouville; dans les terrains jurassiques; dans presque tous les étages crétacés; et partout nous avons reconnu un seul et même fait dans leur mode de formation. Les silex ne sont point des cailloux roulés, placés dans les couches par les eaux; ils nous paraissent être le résultat d'une infiltration de silice dans les couches, bien postérieurement à leur dépôt. Voici, du reste, sur quoi nous fondons cette opinion. Etudiés avec soin, les silex offrent, dans leur contexture siliceuse, absolument les mêmes espèces de fossiles, ni plus ni moins nombreuses que dans la craie environnante. Les gros oursins, les bivalves saillent souvent en dehors; les foraminifères et les bryozoaires de la craie se montrent partout dans leur pâte, sans qu'évidemment formées par l'action des eaux, comme les sédiments sous-marins actuels, les couches qui les renferment soient en rien dérangées par leur présence, pour ainsi dire répartie au hasard. Les silex ne paraissent dès lors, que des parties de la masse crayeuse, transformées sur place en silice, comme nous le voyons pour certaines coquilles des mêmes couches. Les causes de transformation qui expliquent le changement des coquilles calcaires en silice pourront, nous le pensons, expliquer aussi la formation des silex de toutes les couches géologiques.

Perturbation finale. — Le morcellement de l'étage sur la côte orientale de l'Amérique septentrionale, le manque de côtes aux régions nord et est du bassin parisien, annoncent un grand mouvement des eaux après la fin du dépôt sénonien et l'étage danien. A Meudon, dans l'Oise et dans la Marne, tous les derniers dépôts sénoniens sont sous-marins et des mers profondes. Les dépôts daniens qui les recouvrent sont, au contraire, faits sur la côte ou près de la côte; car ils contiennent un grand nombre de gastéropodes, de lamellibranches et même des coquilles flottantes. On voit qu'une surélévation, qui a déterminé un mouvement dans le niveau des eaux, a évidemment eu lieu sur ces points entre la fin de l'étage sénonien et le commencement de l'étage suivant, qui peut encore coïncider avec la perturbation finale.

Caractères paléontologiques. — Les caractères de la faune sont encore, quoique sur une plus vaste échelle, peu différents de ceux de l'étage turonien, peu d'espèces se continuent de l'époque précédente à celle-ci; il en résulte qu'à côté d'une disparité presque complète des espèces, les genres ont encore de l'analogie. Nous y voyons naître, cependant, 81 genres inconnus aux étages inférieurs; et, parmi ceux-ci, les premiers poissons cycloïdes et cténoïdes. Sur ces 81 genres, 42 s'éteignent dans l'étage. Il n'y a donc que 39 des nouvelles formes animales de cette période qui persistent. Sur ce nombre, nous y voyons naître quelques genres plus spéciaux aux terrains tertiaires qui commencent à paraître; mais ce nombre est loin d'être comparable au nombre des genres qui disparaissent à la fin de cette période; car, avec les 42 genres déjà cités, nous trouvons, comme s'éteignant encore, 80 des genres préexistants, si caractéristiques des terrains crétacés, ce qui élève à 122 le nombre des genres qui finissent leur existence avec l'étage sénonien. Ce caractère prouve,

plus que tout le reste, qu'à la fin de cet étage les terrains crétacés entrent dans une grande période de dégénérescence de formes zoologiques, annonçant la fin de cette grande époque de l'animalisation du globe.

L'étage sénonien a pour caractères négatifs, avec l'étage précédent, les 27 genres que nous avons vus naître et périr dans l'étage turonien, sans passer à celui-ci, ou qui, nés dans les âges passés, s'éteignent encore dans l'étage turonien.

Les limites négatives entre l'étage sénonien et l'étage danien ne consistent qu'en 2 genres, l'un de gastéropodes, le genre *fasciolaria*, et l'autre d'échinodermes, *echinolampas*, qui, encore inconnus à la période dont nous nous occupons, ne paraissent qu'à l'époque suivante.

Les caractères positifs nous sont donnés par les genres qui, encore inconnus aux étages inférieurs, naissent, pour la première fois, avec l'étage sénonien, et dès lors peuvent le distinguer nettement de ces étages inférieurs. Ces genres sont au nombre de 81. Cet ensemble considérable de formes animales, qui naît dans l'étage sénonien, fait apprécier l'importance des caractères paléontologiques qu'on peut invoquer pour le distinguer, et la source de ce faciès spécial que prennent les faunes, par suite de changements aussi considérables.

Sur ce nombre, 42 genres, cessant d'exister dans l'étage sénonien, formeront autant de caractères positifs pour le distinguer des étages supérieurs où ils manquent. Si l'on ajoute à ces 42 genres les 80 genres qui, nés antérieurement, se sont également éteints dans l'étage sénonien, sans passer à l'étage danien, nous aurions 122 genres pouvant donner des caractères positifs, entre les étages sénonien et danien ou les terrains tertiaires.

Sans compter quelques centaines d'espèces d'animaux vertébrés et annelés, dont nous ne produisons pas le chiffre exact, nous connaissons, en animaux mollusques et rayonnés de cet étage, le nombre énorme de 1,579 espèces. Si, sur ce nombre, nous ôtons les 2 espèces communes avec l'étage turonien, et les 3 espèces indiquées, à tort ou à raison, comme communes avec l'étage danien, le *belemnitella mucronata*, le *baculites Faujasii* et le *fusus Neptuni*, il nous restera encore 1,574 espèces caractéristiques, propres à faire reconnaître partout l'étage qui nous occupe, quelle qu'en soit la nature minéralogique.

Toutes les localités de France indiquées, aussi bien dans le bassin anglo-parisien que dans les deux autres, comme des dépendances de l'étage sénonien, contiennent des espèces qui se retrouvent soit en Angleterre, soit à Maestricht, soit à Aix-la-Chapelle, soit enfin en Allemagne et en Russie; dans l'Amérique septentrionale, au Chili ou dans l'Inde. Qu'on prenne l'étage en France, en Russie, en Espagne, aux Etats-Unis, dans l'Amérique méridionale ou à Pondichéry, on trouvera partout, avec un ensemble analogue bien caractérisé, un plus ou moins grand nombre d'espèces identiques communes, qui témoignent de leur parfaite contemporanéité d'époque. Il est telles de ces espèces qui se trouvent à la fois près de la zone torride et des deux côtes du monde, jusqu'aux régions froides. Ces larges limites d'extension des espèces prouvent non-seulement leur contemporanéité sur tous les points, mais encore l'unité de milieux d'existence qui ne pouvait exister sans l'unité de température.

En résumé, sur le peu d'espèces que nous connaissons en nature des contrées éloignées, 22 se trouvent à la fois dans notre Europe, et, sur ce nombre, 6 se rencontrent simultanément en Europe, en Amérique et dans l'Inde, c'est-à-dire simultanément sur tous les points les plus éloignés les uns des autres, et les plus disparates aujourd'hui, pour leurs faunes et pour leur température: ce qui prouve que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas alors.

Chronologie historique. — A l'instant où l'étage turonien a fini, par suite d'une perturbation géologique considérable, toute la faune a été anéantie. Nous voyons, en effet, d'après nos connaissances actuelles, s'éteindre à la fois 26 genres d'animaux, contenant, seulement en animaux mollusques et rayonnés, 378 espèces, qui composaient la faune marine. Lorsque le calme est revenu dans les mers et sur les continents, avec la période sénonienne, sont nés 81 genres jusqu'alors inconnus, et, indépendamment des plantes et des animaux vertébrés et annelés, 1,577 espèces d'êtres nouveaux pour le monde animé, qui viennent peupler les continents et les mers sénoniennes.

La puissance des couches et le grand nombre d'espèces nous font penser que la période sénonienne est l'une des plus prolongées, surtout durant les terrains crétacés. Il existait, durant cette époque, des continents et des mers.

Les mers ne sont pas restées les mêmes, en France et en Angleterre, qu'à l'époque précédente. Non-seulement elles se sont rétrécies à leur pourtour par de nouveaux atterrissements, mais encore elles ont couvert, dans la Manche, des parties étrangères jusqu'alors aux terrains crétacés. De très-grands changements se sont encore opérés sur d'autres points. C'est au commencement de cette époque que, par suite d'affaissements considérables, la mer sénonienne a pu envahir toute la Belgique, jusqu'à Maestricht, en couvrant des continents surélevés depuis la fin des terrains paléozoïques. C'est encore à cette époque que la mer sénonienne a pu s'étendre depuis la Suède jusqu'à l'Oural, ou sur plus de 40° en longitude; recouvrir une surface de 30 degrés de longueur, sur toute la côte orientale de l'Amérique septentrionale; se montrer au Chili et aux environs de Pondichéry. Nous devons même croire, par les coquilles identiques, que la mer sénonienne se continuait sans interruption de la France vers tous ces points éloi-

gnés, ou des régions chaudes aux 56° de latitude nord et au 34° de latitude sud.

Les continents ont subi des changements opposés, puisqu'ils se sont diminués de tous les points recouverts par les eaux. En effet, s'ils se sont augmentés de quelques atterrissements au pourtour du bassin anglo-parisien, en France et en Angleterre ils perdent de vastes surfaces dans le Cotentin, en Belgique, en Russie, et dans l'Amérique septentrionale, où, depuis le New-Jersey jusqu'au Texas, on trouve l'ancien littoral des mers sénoniennes servant de nouvelles limites à ces continents surélevés depuis la période triasique.

Les mers nourrissent, avec les premiers représentants des poissons cycloïdes et ganoïdes, qui ont leur maximum de développement dans les mers actuelles, un très-grand nombre de genres de poissons; quelques mollusques gastéropodes, tels que les *conus*, les *murex;* quelques brachiopodes, de très-nombreux bryozoaires, des échinodermes multipliés, ainsi que des amorphozoaires. C'est, en effet, le règne des bryozoaires et des amorphozoaires, qui y prennent le maximum de leur développement générique; mais aussi c'est la fin du règne des céphalopodes; car avec cette époque disparaissent pour toujours tous ces genres variés, voisins des ammonites, que nous voyons, depuis les terrains triasiques, jurassiques ou crétacés, animer les mers de tous les étages. C'est aussi la fin du règne des rudistes, plus spéciaux aux terrains crétacés.

On connaît les plantes marines suivantes:

ALGUES.

Confervites woodwardii, Mant.
Angl. Lewes
Chondrites furcillatus, Rœm. Saxe.

ALGUES DOUTEUSES.

Fucoïdes Brongniartii, Mant. Ang.,
Lewes.

Les continents nous montrent des oiseaux du genre *scolopax;* quelques reptiles des genres *leiodon* et *mesasaurus;* et probablement beaucoup de plantes confondues, jusqu'à présent, avec celles des autres étages, citées à l'étage cénomanien.

Nous devons croire, par la répartition des mêmes espèces sous la zone torride et des deux côtés du monde jusqu'aux régions tempérées, que les lignes isothermes actuelles étaient encore neutralisées par la chaleur centrale de la terre. Les oscillations du sol nous paraissent avoir existé.

Nous regardons comme contemporaine de la fin des terrains crétacés la première surélévation des Cordillères du Chili, dirigée du N. 5° E. au S. 5° O., occupant 50° de longueur; car les couches, disloquées lors de la sortie des roches porphyritiques, paraissent dépendre de l'étage sénonien; au moins en a-t-on la certitude pour les dépôts de l'île de Quiriquina.

SÉPIA FOSSILE. — *Voy.* CALMARS.

SÉROLES. — *Voy.* TRILOBITES.

SIBÉRIE, *ses mammouths.* — *Voy.* MAMMOUTHS.

SIGILLAIRES. — Outre les plantes que nous avons citées (*Voy.* LÉPIDODENDRON, FOUGÈRES, ÉQUISÉTACÉES), comme appartenant à la formation carbonifère, et qui offrent des rapports étroits avec des familles ou des genres encore actuellement existants; cette formation en renferme encore plusieurs autres que l'on ne peut rapporter à aucun type connu du règne végétal. Nous avons vu que les calamites ont leur place dans la famille actuelle des équisétacées, qu'un grand nombre de fougères fossiles se placent dans des genres de cette famille étendue, et que les lépidodendrons se rapprochent des lycopodiacées et des conifères actuelles. A ces plantes se trouvent mêlés d'autres groupes de plantes inconnues dans notre végétation moderne, et dont la durée paraît avoir eu pour limites les limites mêmes de la période de transition. Parmi les plus hautes et les plus puissantes de ces formes végétales inconnues, se placent les troncs colossaux de plusieurs espèces que M. Adolphe Brongniart a désignées sous le nom de *sigillaires.* On les trouve dispersées dans les grés et dans les schistes qui accompagnent la houille, et il arrive même qu'elles se montrent dans la houille elle-même, à la formation de laquelle leurs débris ont puissamment contribué. Quelquefois ces troncs sont encore dans une position droite, comme on peut le voir lorsqu'il existe des coupes verticales naturelles des couches, telles que les falaises des bords de la mer, ou dans les escarpements des carrières, ou des bords des rivières.

A Greswell-Hall, sur la côte de Northumberland, et à Newbiggin, près de Morpeth, on voit plusieurs tiges dressées de sigillaires, se tenant à angle droit, par rapport aux couches alternatives de schiste et de grès. Ces débris varient de dix à vingt pieds en hauteur, et de un à trois pieds en diamètre; et d'ordinaire ils sont brisés à leur partie supérieure. Plusieurs se terminent inférieurement par une sorte de bulbe élargie, où commençaient les racines; mais les racines elles-mêmes ne s'y trouvent jamais attachées. M. W-C. Trevelyan a compté vingt débris semblables dans une longueur d'un demi-mille, et qui tous, à l'exception de quatre ou cinq seulement, étaient dressés. L'écorce, qui se voyait à la surface de ces arbres fossiles, à l'époque où ils furent découverts, mais qui s'est bientôt détachée, avait environ un demi-pouce d'épaisseur, et était entièrement convertie en houille. M. Trevelyan a observé quatre variétés de ces tiges, et il a figuré, en 1816, une esquisse de l'une d'elles, qui a été depuis copiée dans l'ouvrage du comte Sternberg, tome VII, fig. 5.

M. Buckland a vu, en 1834, dans l'une des mines de houille du comte Fitzwilliam, à Elsecar, près de Rotherham, sur les parois d'une galerie conduisant à la mine, plusieurs grands troncs de sigillaires qui s'élevaient d'un toit, d'un lit de houille épais d'environ

six pieds. Ces troncs étaient inclinés dans tous les sens, quelques-uns étaient à peu près verticaux. L'intérieur de ceux dont l'inclinaison dépassait 45 degrés, était rempli d'un mélange endurci de sable et d'argile; l'extrémité inférieure de quelques-uns posait sur la surface supérieure du lit de houille: on n'y apercevait aucune trace de racines, et il ne paraît pas qu'aucun d'eux eût pu croître dans la position où il se trouve à l'époque actuelle.

M. Alexandre Brongniart a figuré une coupe prise à Saint-Etienne, où se voient plusieurs tiges semblables dans une position dressée au sein d'un grès de la formation carbonifère, et il a conclu de ce fait que ces tiges avaient vécu sur le point même où on les trouve maintenant. M. Constant Prévost objecte avec raison à cette conclusion que si ces diverses tiges avaient vécu sur ce point même, elles auraient leurs racines dans la même couche, et n'auraient pas leur base dans des couches de nature différente. « Quand j'ai visité ces mêmes carrières, en 1826, dit M. Buckland, j'y ai vu d'autres troncs inclinés dans des directions diverses, et plus nombreux que ceux d'entre eux qui étaient dressés. »

Il n'existe que la carrière de Balgray, à 3 milles au nord de Glasgow, où l'on rencontre des troncs dressés, de grands arbres fixés par leurs racines, dans le grès de la formation houillère, où il paraît que ces arbres vécurent fort rapprochés, à l'époque où ce terrain était encore dans un état de mollesse.

Pour la plupart de ces troncs, la position verticale est uniquement due au hasard de quelque cause accidentelle. On les voit à tous les degrés d'inclinaison dans l'ensemble des couches de la série carbonifère; mais le plus souvent ils sont couchés, et parallèles en lignes de stratification; et, dans cette situation, on les trouve ordinairement comprimés. Lorsqu'ils sont droits ou peu inclinés, ils conservent leur forme naturelle; et leur intérieur est rempli de sable ou d'argile souvent différents des matériaux constitutifs de la couche où est fixée leur partie inférieure, et mélangée avec de petits fragments de diverses autres plantes. Or, comme ces matériaux étrangers ont entièrement rempli l'intérieur des troncs, nous en pouvons conclure que ces derniers formaient un cylindre creux dans toute leur longueur, sans aucune cloison transversale, à cette époque du moins où le sable, la vase et des fragments d'autres plantes trouvèrent accès dans leur intérieur. L'écorce, qui avait persisté, après s'être convertie en houille, entourait probablement un axe formé d'une substance pulpeuse, molle et périssable, comme la pulpe charnue qui remplit les tiges des cactus actuels; et ce fut probablement cet axe mou intérieur qui, en se décomposant, alors que les tiges flottaient dans les eaux, laissa après lui cette cavité où se sont introduits le sable et l'argile.

Le diamètre ordinaire de ces troncs varie depuis un demi-pied jusqu'à 3 pieds. Arrivés à leur accroissement parfait, plusieurs d'entre eux ont dû avoir de hauteur 50 à 60 pieds au moins (887).

Le comte Sternberg a désigné plusieurs espèces de sigillaires sous le nom de *syringodendron*, à cause des cannelures en forme de tuyaux parallèles qui les parcourent dans toute leur longueur; leurs tiges sont dépourvues d'articulations, et plusieurs atteignent la taille des arbres de nos forêts. A la surface de ces cannelures se voient des impressions ponctiformes ou linéaires, de formes différentes, indiquant les points d'insertion des feuilles sur la tige. Cette partie cannelée des sigillaires, qui constituait une enveloppe externe susceptible de se séparer, à la manière d'une écorce véritable, de l'axe mou ou du tronc pulpeux qui en remplissait la cavité interne, varie en épaisseur depuis un pouce jusqu'à un huitième de pouce, et se rencontre ordinairement convertie en une houille pure.

Un tronc composé d'une pulpe charnue, qu'entourait et soutenait seulement une écorce mince, n'eût pu porter à son sommet des rameaux lourds et épais. Il est probable, par conséquent, qu'il se terminait brusquement à sa partie supérieure comme se terminent maintenant plusieurs des plus grandes espèces de cactus; et cette hypothèse tire une force nouvelle de la grande quantité de petites feuilles qui entouraient le tronc dans toute son étendue.

Les impressions ou cicatrices qu'ont laissées les articulations des feuilles sur les cannelures longitudinales des troncs de sigillaires, sont disposées, par rangées verticales sur le milieu de chaque cannelure, dans toute la longueur du tronc. Chacune de ces cicatrices indique la place qu'occupait une feuille, et l'on y voit ordinairement deux ouvertures par où les faisceaux vasculaires traversaient l'écorce pour mettre les feuilles en communication avec l'axe de la plante. L'on n'a pas encore rencontré, jusqu'ici, de feuilles qui soient demeurées fixées au tronc, de telle sorte que, pour ce qui concerne la nature de ces organes, nous en sommes entièrement réduits à des conjectures. L'absence complète de ces appendices sur tant de milliers de troncs qui ont été soumis à l'observation, nous porte à penser que toutes les feuilles quittèrent leur point d'articulation, et que la plupart se décomposèrent probablement, de même que la pulpe charnue de l'intérieur des tiges, pen-

(887) M. Ad. Brongniart a trouvé dans une mine de houille de Westphalie, près d'Essen, la tige comprimée d'une sigillaire couchée, qui avait quarante pieds de longueur. Son diamètre était d'environ douze pouces à sa partie inférieure, et de six à sa supérieure, où elle se divisait en deux branches, dont chacune avait quatre pouces de diamètre. La partie inférieure était brisée. (LINDLEY et HUTTON, *Flore fossile*, tome I^er^, p. 153.)

dant que ces plantes furent charriées du point où elles s'étaient développées jusqu'à celui où elles ont été définitivement submergées.

M. Ad. Brongniart fait connaître quarante-deux espèces de sigillaires, et il les regarde comme des plantes très-voisines des fougères arborescentes, mais avec des feuilles très-petites, proportionnellement aux dimensions de leurs tiges et disposées autrement que dans les fougères actuelles. Il croit pouvoir rapporter à ces tiges plusieurs feuilles de fougères appartenant à des espèces inconnues et ressemblant à des feuilles de certaines fougères arborescentes actuelles. MM. Lindley et Hutton ont donné de fortes raisons en faveur de l'opinion que les sigillaires étaient des végétaux dicotylédones tout à fait distinctes des fougères, et s'éloignant également de toutes les plantes qui font partie du système de création actuel (888).

Dans ce même groupe où MM. Lindley et Hutton placent le genre sigillaire, se trouvent encore compris quatre autres genres éteints, dont chacun présente de même des cicatrices *disposées en lignes verticales* et indiquant le point d'insertion des feuilles ou des cônes sur le tronc. Ces quatre genres ont été désignés sous les noms de favulaire, de mégaphyton, de bothrodendron et d'ulodendron (889).

Dans la flore actuelle, il n'existe qu'un très-petit nombre de plantes charnues qui offrent des feuilles ainsi rangées les unes au-dessus des autres sur des lignes parallèles, mais près de la moitié des quatre-vingts espèces connues de plantes *arborescentes* de la flore fossile du groupe carbonifère ont leurs feuilles disposées ainsi par séries parallèles.

Les autres espèces sont des *lépidodendrons*, ou des conifères maintenant détruites (890).

SILEX, *Voy.* l'*Introduction.* — *Rognons de silex, leur formation.* — *Voy.* ibid. —

SILICE, *son rôle dans la constitution du globe terrestre.* — *Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES DU GLOBE TERRESTRE.

SILURIEN. — Nom du premier étage des terrains paléozoïques. M. Murchison a fait dériver ce nom de celui d'une ancienne peuplade du pays de Galles (les *Silures*), qui, lors de l'invasion des Romains dans la Grande-Bretagne, se défendit avec beaucoup de vaillance. C'est le *terrain de transition inférieur et moyen (cambrien)* de MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy.

L'étage silurien forme deux divisions : 1° silurien inférieur, et 2° silurien supérieur.

SILURIEN INFÉRIEUR. — Il se montre en France, principalement sur le grand massif de la Bretagne. Dans la carte géologique de France, on en voit des lambeaux à Rosnay, à Saint-Gilles (Vendée), et une vaste surface comprise entre Brissac, Angers (Maine-et-Loire), Châteaubriant (Loire-Inférieure), la Gacilly, Malestroit, Moréac (Morbihan), Château-Gontier (Mayenne), Rennes, Mauron, Bains (Ille-et-Vilaine), et s'étendant ensuite dans le département des Côtes-du-Nord, à Uzel, à Carhaix, et dans une partie du Finistère. On le trouve encore à Saint-

(888) « On ne peut révoquer en doute, disent ces auteurs (*Fossil flora*, t. I^er^, p. 155), que les sigillaires, par leurs caractères extérieurs, se rapprochent plus des euphorbiacées et des cactées que d'aucune autre plante maintenant connue. Ces caractères consistent surtout dans leur texture molle, dans les cannelures profondes de leur tige, et, ce qui est un caractère plus important, dans les cicatrices qui sont disposées par séries linéaires entre les cannelures. On sait que chacune de ces deux tribus, et la dernière surtout, acquièrent, même à l'époque actuelle, une grande taille. En un mot, il est extrêmement probable, il est même à peu près certain que les sigillaires étaient des plantes dicotylédones, puisque ce sont les seules que l'on connaisse jusqu'à présent qui possèdent une véritable écorce susceptible d'être séparée. Néanmoins, dans l'ignorance complète où nous sommes des feuilles et des fleurs de ces plantes anciennes, nous croyons plus sûr de tenir ce genre à l'écart avec d'autres espèces dont les affinités sont jusqu'ici demeurées douteuses.

(889) Les genres dont se compose ce groupe sont décrits dans le tome II de la *Flore fossile*, p. 96.

1° Genre *sigillaire.* — Tige cannelée, cicatrices produites par la chute des feuilles, petites, arrondies, beaucoup plus étroites que les côtes de la tige.

2° Genre *favulaire.* — Tige cannelée, cicatrices provenant de feuilles, petites, carrées, de la même largeur que les côtes.

3° Genre *megaphyton.* — Tige non cannelée, et recouverte de ponctuations. Cicatrices des feuilles, en forme de fer à cheval, très-grandes et beaucoup plus étroites que les côtes.

4° Genre *bothrodendron.* — Tige non cannelée, couverte de points. Cicatrices provenant de la chute des cônes, ovales, et dirigées obliquement.

5° Genre *ulodendron.* — Tige non cannelée, couverte d'empreintes rhomboïdales; cicatrices laissées par les cônes circulaires.

Dans les trois premiers de ces genres, les cicatrices paraissent devoir leur origine à des feuilles; dans les deux derniers, elles indiquent l'insertion de grands cônes.

Dans le genre *favulaire*, le tronc était entièrement recouvert d'une masse dense d'un feuillage imbriqué; les traces de la base des feuilles sont de forme à peu près carrée, et les séries de cicatrices sont séparées entre elles par des sillons, tandis que, dans les *sigillaires*, les feuilles étaient beaucoup plus espacées et séparées par des intervalles qui variaient suivant les différentes espèces. (*Flore fossile*, pl. LXXIII, LXXIV et LXXV.)

La tige des *megaphyton* n'est pas cannelée; les cicatrices des feuilles sont très-grandes et ressemblent pour la forme à des fers à cheval; sur ces cicatrices, se trouvent des impressions plus petites, d'une forme semblable, qui paraissent indiquer la disposition du système ligneux dans le pétiole de la feuille. (*Flore fossile*, pl. CXVI, et CXVII.)

Enfin, les genres *bothrodendron* (*Flore fossile*, pl. LXXX et LXXXI), et *ulodendron* (*Flore fossile*, pl. V et VI), ont leur tige caractérisée par des cavités profondes, de forme ovale ou circulaire, qui paraissent avoir eu pour destination de recevoir la base de grands cônes. Ces enfoncements constituent deux rangées verticales sur les deux faces opposées du tronc; il y a des espèces où ils ont jusqu'à près de cinq pouces en diamètre.

(890) *Voy.* LINDLEY et HUTTON, *Flore fossile*, t. II, p. 93.

Victeur, près de Fresnay (Sarthe), dans la Manche, à Siouville. Une bande, peu déterminée comme âge, paraît occuper une ligne presque parallèle dans les Basses-Pyrénées, les Hautes-Pyrénées, l'Ariége et les Pyrénées-Orientales. Un autre lambeau se montre dans le département du Rhône, près de Tarare, à l'extrémité nord du massif central.

En Angleterre, l'étage silurien inférieur s'étend sur une large surface en arc, qui occupe la partie ouest du pays de Galles. Il part de Saint-Davids, comprend une portion des provinces de Pembroke, de Caermarthen, de Cardigan, de Brecknock, de Radnor, de Montgommery, de Merioneth, de Caernarvon, jusqu'à la mer et à l'île d'Anglesey. Il reprend ensuite au nord et couvre le centre du Cumberland et du Westmoreland. En Espagne, l'étage est bien développé dans la Sierra-Morena, dans les Asturies; en Portugal, à Vallongo. Les importantes recherches de M. Barande en démontrent l'existence sur une vaste surface des environs de Prague et de Beraun, en Bohême; MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling ont trouvé qu'il occupe l'île d'OEland, dans la Baltique; forme, en Esthonie, une bande à peu près parallèle à la côte méridionale du golfe de Finlande, passe sous les villes de Revel, de Narva, de Saint-Pétersbourg; et, se dirigeant de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, va se perdre sous de vastes dépôts de détritus, entre les lacs Ladoga et Onéga. Une autre bande suit le versant occidental de la chaîne de l'Oural, sur presque toute son étendue. M. Frappolli l'a signalée dans le Hartz à Elbingerode.

L'Amérique septentrionale en offre, d'après les travaux consciencieux des géologues de ces pays, une surface aussi grande que l'Europe; en effet, l'étage silurien s'étend du nord au sud du Canada jusqu'à la province d'Alabama, et, de l'est à l'ouest, depuis le Maryland et New-York, jusqu'aux Prairies. Dans l'Amérique méridionale, il occupe une étendue non moins considérable. On l'a retrouvé sur tout le versant oriental et sur les plateaux des Andes boliviennes, depuis la province de Mûnecas, au nord de la Paz, jusqu'auprès de Santa-Cruz de la la Sierra, d'un côté, Potosi et Chuquisaca de l'autre, ou sur plus de 200 lieues. D'autres vastes lambeaux se voient au sud de la province de Chiquitos, près de la frontière du Brésil. Le Brésil lui-même en offre aussi de très-grandes surfaces dans la province de Minas-Géraès. M. le capitaine James Alexander l'a signalé au nord de la colonie du cap de Bonne-Espérance.

Sur beaucoup de points où l'on a pu reconnaître la superposition immédiate de l'étage silurien, on l'a rencontré reposant sur les roches stratifiées azoïques ou sur les roches granitiques. On peut voir cette superposition en France, dans le département de la Vendée, à Rosnay, à la Motte-Achard, près de Saint-Gilles; dans les départements de Maine-et-Loire, de la Mayenne, du Morbihan, du Finistère, des Côtes-du-Nord, de la Manche, du Calvados, de l'Orne et de la Sarthe. Les travaux de M. Barande sur la Bohême montrent, de plus, une stratification presque concordante entre les roches azoïques et les roches siluriennes. La belle carte géologique de la Russie nous donne la preuve que la superposition est la même qu'en France, presque partout où se trouve l'étage silurien, en Suède, en Russie et dans l'Oural. Le même fait existe à l'ouest de la province de Chiquitos, où l'étage silurien repose sur les roches azoïques. L'Amérique septentrionale, dans la carte de M. Lyell, le montre également depuis l'Etat d'Alabama jusqu'au Canada, au nord et à l'est de l'étage silurien. On doit conclure de cette superposition générale que l'étage silurien a succédé régulièrement aux couches azoïques qu'il recouvre.

Sur les points où l'étage silurien, au lieu d'être sur les roches stratifiées azoïques, se trouve immédiatement sur les roches plutoniques granitiques, comme dans la chaîne des Andes (Cordillères orientales) dans l'Oural, et dans plusieurs localités de France, on peut voir, au contraire, une discordance tranchée; car on a lieu de penser que les roches azoïques manquent sur ces points, ce qui annoncerait un mouvement géologique entre les deux âges, et dès lors un changement d'époque. Une discordance de stratification existe positivement, sur beaucoup de points, entre les roches azoïques et les roches siluriennes : ce qui prouve que ce sont bien deux époques distinctes.

Pour séparer l'étage silurien supérieur, nous avons l'isolement de l'étage silurien inférieur en Norwége, sans l'étage supérieur qui le recouvre ailleurs; ce qui ferait croire qu'une perturbation géologique existe entre les deux, pour limiter les deux séries.

Comme l'étage silurien, depuis qu'il s'est déposé tranquillement dans les mers, a eu non-seulement à souffrir les dislocations qui ont mis un terme à sa durée, mais encore qu'il a dû être dérangé autant de fois que les dislocations postérieures atteignaient sa surface, il doit être le plus tourmenté; c'est, en effet, ce qu'on remarque quand on étudie ce premier âge du monde, qui ne montre plus que des lambeaux échappés à toutes les révolutions qu'a subies notre globe, ou à l'envahissement des sédiments des autres périodes géologiques qui devaient les cacher à nos yeux. L'étage silurien est, sans contredit, le plus disloqué de tous; ses couches, d'horizontales ou de presque horizontales qu'elles ont dû être au moment de leur dépôt, sont plus ou moins relevées, contournées, plissées, et même souvent verticales, comme à Angers. Le sens où ont été déposés les trilobites, parallèlement aux lames schisteuses, font arriver à cette conclusion, lorsqu'on étudie avec soin les vastes exploitations d'ardoises des environs de cette ville. M. d'Orbigny a rencontré l'étage silurien avec ses fossiles, à la hauteur absolue de 5,000 mètres au-dessus de la mer, dans la

chaîne des Indes Orientales, entre Cocha-Bamba et le pays des Yuracarès, qui est peut-être le point le plus élevé où l'on ait cité des fossiles marins. Il est évident que des dislocations du sol ont pu seules placer ces restes organisés à une telle élévation; aussi les couches sont-elles, sur ce point, très-tourmentées.

Les lieux où l'étage silurien a le moins souffert, sont ceux où il montre de grandes surfaces, comme dans le pays de Galles, en Angleterre, et aux Etats-Unis. On serait tenté de croire que, dans quelques parties de ces surfaces, surtout aux Etats-Unis ou en Suède, où les strates sont presque horizontales, ces premiers dépôts du monde sont encore, pour ainsi dire, tels qu'ils se sont déposés dans les océans de cette époque; fait très-important à signaler.

Pour nous assurer si la composition minéralogique est uniforme, comparons la nature des différentes couches qui composent l'étage silurien d'Angleterre et des Etats-Unis, où cet étage est le plus développé, en les plaçant dans leur ordre de superposition, les plus inférieurs dans les premiers déposés :

ANGLETERRE.

Calcaire de Woolhope.
Grès de Shelly. Grès de Caradoc.
Calcaire d'Horderley.
Schistes calcarifères.
Calcaire de Landeilo.
Schistes et psammites.

ÉTATS-UNIS.

Schistes argileux du groupe d'Hudson-River.
Schistes d'Utica.
Calcaire de Trenton.
Calcaire de Black-River.
Calcaire siliceux.
Grès de Potsdam

La comparaison de ces différentes natures de roches superposées, qui constituent l'étage silurien inférieur d'Angleterre et des Etats-Unis, montre qu'à cette époque comme à présent, des sédiments bien distincts se succédaient sur le même point; ainsi, en Angleterre, sur des dépôts de sable se sont déposés des sédiments fins à base calcaire, des sédiments fins siliceux, des sédiments fins calcaires, puis des sables, et ensuite des sédiments fins calcaires, qui par leur consolidation, ont formé des schistes, des psammites, des calcaires, des grès, et enfin des calcaires. Cet exemple, de même que celui des divers groupes qui composent l'étage silurien de l'Amérique septentrionale, où il se trouve, dans le Viscousin, à l'état de grès friable comme dans les terrains tertiaires les plus modernes, et la composition si variée de cet étage en France, où il passe, suivant les lieux, des schistes ardoisiers d'Angers aux grès, prouve que le caractère minéralogique seul ne peut, en aucune manière, servir à faire reconnaître l'âge de l'étage silurien.

Lorsque l'étage silurien est bien complet, on voit souvent des dépôts considérables, sans aucune trace de fossiles, et qui, au commencement de cette époque, ont dû précéder l'animalisation. M. Hall a signalé ces dépôts sur une vaste surface de l'Etat de New-York. M. d'Orbigny les avait cités quelques années avant dans l'Amérique méridionale, et ils ont été tout récemment reconnus aux environs de Prague (Bohême), par M. Barande. On a même observé que, dans l'Amérique septentrionale et en Bohême, ces couches renferment quelquefois des lits puissants de galets roulés.

M. d'Orbigny a trouvé, pour l'étage silurien de Bolivia, 4 à 500 mètres de puissance. En additionnant les différentes couches observées par M. Marchison, on arrive à trouver, à l'étage silurien inférieur, plus de 1,159 mètres de puissance en Angleterre; plus de 1,800 mètres en Pensylvanie (Etats-Unis), et, suivant M. Barande, plus de 4,000 mètres en Bohême; ce qui annonce une grande durée de la période silurienne

Une première conclusion très-importante qu'on peut déduire des sédiments, c'est que les dépôts de cette époque se sont opérés pendant un temps considérable avant l'existence de l'animalisation, temps durant lequel néanmoins la présence des galets, en Bohême et aux Etats-Unis, annonce que les sédiments étaient soumis au charriage et aux causes naturelles qui agissent maintenant sous l'influence du mouvement des eaux. Il faut donc croire que ces eaux étaient alors, par suite de la chaleur de la terre, beaucoup trop chaudes pour que l'animalisation pût s'y développer. Ce ne serait, dès lors, que lorsque les conditions propres à la vie se seraient manifestées, que la première création des êtres serait venue la peupler. La présence ou l'absence des corps flottants, soit animaux vertébrés, soit coquilles, nous font encore arriver à reconnaître des dépôts littoraux faits au niveau des marées et les points sous-marins de cette époque.

On ne connaît pas encore de parties littorales de l'étage silurien en France; mais en Angleterre, le nombre assez grand de coquilles flottantes appartenant aux céphalopodes, prouverait qu'à Corton, à Presteign, aux environs de Slandovery, de Landeilo (Wales) de Caradoc, d'Horderley (Shropshire), les couches dépendent certainement de points littoraux de l'ancienne mer silurienne déposés au niveau supérieur des marées. Il en était probablement de même de l'île d'OEland en Suède, de Revel, de l'île d'Odinholm, de Waivara, de Pulkowa, près de Saint-Pétersbourg, en Russie; des dépôts de Black-River, de Trenton, de Chazy, province de New-York aux Etats-Unis, de l'île Mingan (Canada). Il est à remarquer que ces points se trouvent généralement au pourtour des bassins, ou près des roches plus anciennes qui, déjà disloquées par des mouvements géologiques, formaient des points émergés bornant les dépôts marins siluriens. On voit que, procédant du connu à l'inconnu, en appliquant les causes actuelles, nous pouvons

encore retrouver quelques lambeaux des côtes qui bordaient l'océan silurien.

Nous regardons comme s'étant déposées dans les parties plus profondes des mers, ces surfaces immenses de l'étage silurien où l'on trouve à peine quelques traces rares de fossiles, comme ceux de beaucoup de parties de la France et de la république de Bolivia. Du reste, le très-grand nombre dominant de mollusques brachiopodes bryozoaires et d'échinodermes crinoïdes, qu'on sait ne vivre, dans les conditions d'existence actuelle, que dans les mers profondes ou très-tranquilles, doit faire croire que ces mêmes conditions se trouvaient parfaitement bien développées dans certaines couches de Russie, autour de Saint-Pétersbourg, à Christiana, et, dans les Etats-Unis, à Trenton, à Black-River, etc.

D'un autre côté, le grand nombre de petites lames que forment les schistes ardoisiers d'Angers, des Pyrénées et de beaucoup d'autres lieux, annoncent qu'ils étaient soumis à une action souvent répétée, action identique aux perturbations naturelles des dépôts sédimentaires actuels. Ces faits, et beaucoup d'autres que nous pourrions citer, prouvent que les premières mers du monde étaient soumises aux mêmes lois de répartition des sédiments que les mers actuelles. Pour se convaincre de cette vérité, il suffit, du reste, de voir la succession comparative des sédiments de diverses natures qui se sont succédé en Angleterre et dans l'Amérique septentrionale, pendant cette période des dépôts siluriens; car, pour nous, ces couches, distinguées en Angleterre et aux Etats-Unis, ne sont que des conditions toutes locales de l'ensemble de l'étage silurien inférieur.

Si les caractères minéralogiques sont très-variables suivant les lieux, et ne peuvent, en aucune manière, être invoqués pour reconnaître l'étage silurien, il n'en est pas ainsi pour les caractères paléontologiques. En effet, qu'on prenne les couches siluriennes sous la zone torride en Bolivie, qu'on les suive dans l'Amérique septentrionale, de la province d'Alabama jusqu'à Terre-Neuve, ou en Europe, depuis l'Espagne jusqu'à la chaîne de l'Oural et à la mer Glaciale, c'est partout le même caractère paléontologique, déterminé par l'ensemble de la faune. Ces caractères paléontologiques dérivent des caractères stratigraphiques généraux négatifs et positifs tirés des formes génériques de toutes les séries animales et de tous les résultats spécifiques. Nous traiterons séparément de ces deux ordres de faits qui méritent la plus scrupuleuse attention.

En réunissant ici tous les faits, on trouve, pour l'étage silurien inférieur, les caractères suivants d'ensemble de faune qui se rencontrent à la fois sur toutes les parties du monde.

Les recherches actuelles de la science donnent comme manquant encore dans la nature, à l'époque de l'étage silurien, parmi les animaux vertébrés, les mammifères, les oiseaux, les reptiles; et parmi les poissons, les ordres des cténoïdes, des pleuronectoïdes, de cycloïdes et des ganoïdes; parmi les animaux annelés, des insectes, des crustacés décapodes et autres, excepté les trilobites. En spécialisant davantage, on voit que, parmi les mollusques céphalopodes, manquent les genres *campulites*, et 9 autres genres; parmi les mollusques gastéropodes, le genre *natica* et 16 autres genres; parmi les mollusques lamellibranches, le genre *cardinia* et 15 autres genres; parmi les mollusques brachiopodes, le genre *terebratula* et 10 autres genres; parmi les mollusques bryozoaires, le genre *fenestrella* et 15 autres genres; parmi les échinodermes, le genre *protaster* et 4 autres genres; parmi les échinodermes crinoïdes, le genre *cyathocrinus* et 28 autres genres; parmi les zoophytes, le genre *favosites* et 27 autres genres; parmi les foraminifères, le genre *fusulina;* parmi les amorphozoaires, le genre *sparsispongia* qui tous se rencontrent dans les autres étages des terrains paléozoïques, mais manquent jusqu'à présent dans l'étage silurien inférieur. Nous pourrions donc, en les additionnant, trouver 134 genres ou formes animales spéciales, donnant autant de caractères négatifs qu'on peut invoquer pour séparer l'étage silurien des autres étages des terrains paléozoïques, et qui, réunis aux 1,117 genres servant de caractères stratigraphiques négatifs des terrains paléozoïques, donneront 1,241 formes génériques susceptibles de donner des caractères négatifs pour l'étage silurien inférieur.

Les genres existants dans cet étage sont parmi les animaux vertébrés, quelques poissons *cestrationidæ;* parmi les animaux annelés, des trilobites, etc. En résumé parmi les animaux mollusques et rayonnés de cette époque, sur les 87 genres qu'on rencontre dans l'étage silurien, 16 se trouvant dans tous les étages géologiques à la fois, ne peuvent servir de caractères positifs; il reste donc 71 genres qui, par leurs limites, donnent des caractères stratigraphiques plus ou moins larges dans l'ensemble des étages géologiques, et en particulier pour l'étage silurien. Parmi ceux-ci, il n'y a que les genres suivants qu'on puisse invoquer comme caractères spéciaux à cette partie inférieure.

Parmi les crustacés, les genres *paradoxides, conocephalus, ellipsocephalus, illænus, trinucleus, ogygia, battus;* parmi les céphalopodes, les genres *cameroceras* et *goniocerас;* parmi les mollusques lamellibranches, le genre *orthonota;* parmi les mollusques brachiopodes, les genres *obolus, orthisina*, *porambonites* et *siphonotreta;* parmi les mollusques bryozoaires, les genres *subretepora, enallopora* et *stellipora*. Parmi les echinodermes, les genres *echinoencrinus, caryocystites, hémiscomites, cryptocrinus, cyclocystites* et *heterocrinus;* parmi les zoophytes, les genres *favistella, columnaria, lonsdalia*. Parmi les amorphozoaires, le genre *paiæospongia*. Ainsi, pour prouver plus encore la spécialisation des formes génériques, nous avons 28 genres ou 28 formes animales apparte-

nant aux diverses classes d'êtres qui, d'après les connaissances actuelles, seraient nés avec l'étage silurien inférieur, et se seraient immédiatement éteints avec cet étage, n'ayant fait que marquer leur passage éphémère sur notre globe. Ces genres donneront donc des caractères stratigraphiques positifs pour faire distinguer l'étage silurien inférieur des autres étages paléozoïques.

En résumé, on conçoit facilement que l'ensemble des caractères négatifs et positifs que nous venons d'énumérer, constitue, pour l'étage silurien inférieur, une faune tellement tranchée, et si bien déterminée par les formes génériques des animaux, qu'avec de l'habitude on peut la retrouver sous toutes les formes minéralogiques et dans tous les pays du monde, où les genres sont partout les mêmes à la surface de la terre.

Si l'on n'avait, pour reconnaître l'étage silurien partout où il se trouve, que les caractères généraux que nous venons de donner, ceux-ci suffiraient certainement; mais les espèces nous donnent d'autres caractères plus certains encore. On voit que nous connaissons jusqu'à présent 426 espèces fossiles d'animaux mollusques et rayonnés, qui sont autant d'*espèces caractéristiques* de cet étage; car, si les uns donnent les caractères des dépôts littoraux, comme les céphalopodes, les autres dépendent soit des régions voisines des côtes caractérisées par les mollusques gastéropodes et lamellibranches, soit des dépôts faits dans les zones plus profondes contenant les mollusques brachiopodes, briozoaires, les crinoïdes et les zoophytes; ainsi comme nous les concevons toutes, les espèces de cette faune sont caractéristiques, puisqu'elles peuvent dépendre d'un faciès plus ou moins particulier de dépôt local ou d'une contrée spéciale.

Parmi les espèces de la faune caractéristique de l'étage silurien, il en est qui peuvent avoir une plus grande importance, en ce qu'elles sont simultanément communes aux contrées les plus éloignées les unes des autres. En effet, si les caractères paléontologiques généraux, tirés des genres, sont venus nous donner la certitude que, sans avoir égard aux régions aujourd'hui chaudes, tempérées et froides, les mêmes caractères généraux de composition de faunes existaient partout, ces espèces prouvent, de plus, leur parfaite contemporanéité d'existence, et même leur filiation, leur parenté évidente.

En résumé, nous avons, pour l'ensemble de la faune connue, 22 espèces qui vivaient, à cette époque, sur les points des mers siluriennes occupés aujourd'hui par une grande surface de l'Amérique septentrionale et de l'Europe.

Chronologie historique. — « Un laps de temps considérable a dû s'écouler entre la fin des terrains azoïques et le commencement de l'animalisation sur le globe. On voit, en effet, sur les points cités, que des couches d'une immense épaisseur, soumises à toutes les lois actuelles des dépôts sédimentaires dans les eaux, se sont longtemps succédé avec leurs galets et leurs différentes natures de sédiments, avant que les premiers êtres ne se montrassent sur le globe. Sans aucun doute ces premiers sédiments se déposaient dans des eaux beaucoup trop chaudes pour que l'animalisation pût y exister. Ce n'est donc que lorsque la temparature s'est trouvée peu différente de ce qu'elle est aujourd'hui sous la zone torride, que les êtres y ont été créés.

« Pendant la durée de la période silurienne, les mers couvraient, probablement sans interruption, la partie occidentale de la France et de l'Angleterre, ou pour mieux dire en Europe, tout l'espace compris entre l'Espagne et l'Oural. Elles couvraient encore une grande partie de l'Amérique méridionale et de l'Amérique septentrionale. Ces mers, dont nous avons encore retrouvé quelques limites en Angleterre, en Suède, en Russie et dans l'État de New-York, étaient évidemment soumises aux mêmes lois physiques que nos mers actuelles; elles montraient, comme les nôtres, des dépôts littoraux, des dépôts voisins du littoral, ou plus ou moins éloignés et profonds. Les perturbations naturelles s'y faisaient déjà sentir partout comme à présent. Ces mers nourrissaient, en animaux vertébrés, seulement quelques poissons placoïdes appartenant aux cestraconides; en animaux articulés, un grand nombre de crustacés trilobites et quelques annélides. Les animaux mollusques céphalopodes les plus parfaits de l'ensemble y ont montré leur maximum de développement, tandis que les mollusques brachiopodes y étaient très-développés; que les gastéropodes, les lamellibranches et les bryozoaires y étaient très-nombreux. Les animaux rayonnés y montraient déjà quelques échinodermes astérides, beaucoup de crinoïdes, un grand nombre de polypiers ou zoophytes, et quelques amorphozoaires. On y connaît encore, parmi la végétation, quelques plantes marines propres à l'État de New-York, décrites et figurées par M. Hall, seuls restes de la flore présumée très-nombreuse de cette première époque du monde animé.

Buthotrephis gracilis.
— succulens
— subnodosa.
— flexuosa.
Palœophycus rugosus.
— simplex.
— virgatus.
Sphenothallus angustifolius.
— latifolius.

« Il existait aussi, bien certainement, des continents, puisqu'on exploite à Vallongo, en Portugal, de la houille de cette époque qui ne peut provenir que de l'amoncellement des végétaux terrestres. Si nous recherchons ces continents, nous en trouverons peut-être encore quelques lambeaux échappés à l'envahissement des 26 époques qui ont pu couvrir successivement les terrains azoïques ou granitiques, et les dérober à nos recherches. Peut-être y avait-il, en effet, deux îles

en France: l'une, occidentale, formée des terrains azoïques et granitiques de la Vendée et de la Bretagne, dirigée N.-N.-O. et S.-S.-E., et occupant les régions sud du *massif breton;* l'autre formée par le grand *plateau central* de la France, et également composée de roches azoïques et granitiques. Une vaste surface continentale était peut-être formée par la partie nord de la Norwége, de la Suède et de la Laponie Russe. Une autre, très-étendue, dirigée de l'est, 38° N. à l'O. 38° S., occupait la côte orientale du Brésil, du 16° au 33° de latitude.

« La présence des végétaux annonce que la lumière éclairait ce premier âge du monde car, sans cela, les plantes terrestres ne pourraient pas exister. S'il y avait des doutes à cet égard, la conformation des yeux des trilobites viendrait les lever. On sait que les yeux à facettes existent aujourd'hui chez les crustacés chez les insectes myriapodes, coléoptères, orthoptères, hymenoptères et diptères, éminemment sensibles aux rayons lumineux, et presque tous diurnes. Comme on trouve ce même caractère des yeux à facettes chez les trilobites de l'étage silurien, on en déduit la certitude que cette disposition de l'organe visuel ne pouvait exister qu'avec la lumière.

« Quelques auteurs ont avancé que la chaleur de cette première époque de l'animalisation pouvait atteindre 80 à 90 degrés, et que, sous cette température, les êtres pouvaient exister, Nous sommes loin de partager cette opinion. Si tous les êtres de cette première animalisation appartenaient à des genres perdus, ou tout différents des genres actuels, il serait permis de supposer, en effet, que ces êtres spéciaux à la première zone animée, pouvaient être conformés de manière à vivre dans une température spéciale plus élevée que la température d'aujourd'hui; mais parmi ces formes animales, nous voyons 16 genres appartenant aux animaux mollusques gastéropodes, lamellibranches, brachiopodes et bryozoaires, qui vivaient alors et qui ont traversé toutes les époques du monde jusqu'à nous. Il est évident que, d'après leurs formes d'alors, ils avaient les mêmes organes qu'aujourd'hui. Devrait-on en conclure qu'ils ne pouvaient vivre, dans ce premier âge, à une température qu'ils ne pourraient supporter maintenant? Nous serions porté à le croire d'après nos observations spéciales à cet égard. Nous avons remarqué, par exemple, que sur les points les plus exposés au soleil, aux environs de Rio de Janeiro, les mollusques côtiers, parmi lesquels quelques-uns existaient déjà à l'étage silurien, vivaient sous une température qui s'élevait souvent dans le jour à 28° centigrades. Dans les flaques d'eau restées dans les cavités des rochers, au niveau supérieur des marées de syzygies, l'eau atteignait quelquefois à trois heures jusqu'à 36°; mais, dans ces flaques, il ne vit plus que trois genres, les *vermetus*, les *nerita* et les *littorina*, tous genres qui n'existaient pas à l'époque de l'étage silurien. Ces faits et beaucoup d'autres que nous pourrions citer amèneront difficilement à croire, même en prenant de très-larges limites, que la température de l'eau où pouvaient vivre les mollusques dont les genres existent encore aujourd'hui, puisse s'élever au-dessus de 30 à 40°. C'est, à nos yeux, le maximum de température admissible pour cette première animalisation du globe.

« De la répartition des mêmes êtres dans la zone torride, et vers le pôle, jusqu'au 65° de latitude dans l'étage silurien inférieur, on acquiert la certitude que la terre avait, à cette époque, assez de chaleur pour neutraliser l'effet des lignes isothermes déterminées par la latitude.

« La terre, uniformément chauffée par la chaleur centrale, existe peut-être encore dépourvue d'animaux terrestres; mais elle nourrit de nombreux végétaux. Les mers sont circonscrites, soumises aux mêmes phénomènes que nos mers actuelles, renfermant des animaux variés des quatre grands embranchements d'animaux, vertébrés, annelés, mollusques et rayonnés. Les choses ont probalement duré de cette manière pendant un laps de temps très-considérable, si nous en jugeons par les siècles qu'il a fallu pour accumuler sur un seul point 4,000 mètres de puissance de sédiments.

« La fin de cette période est marquée par des discordances qui indiquent un mouvement géologique entre les dernières couches du silurien inférieur, et les premiers dépôts du silurien supérieur. C'est peut-être encore à la fin de cette période que correspond, en Bretagne, *le système du Morbihan* de M. Elie de Beaumont, dont les dislocations sont dirigées de l'E. 38° 15', S. à l'O. 38° 15' N.(891). »

Silurien supérieur. — L'étage silurien supérieur se trouve en France probablement sur une grande surface; néanmoins, il n'a encore été parfaitement reconnu par ses fossiles caractéristiques qu'à Saint-Sauveur (Manche), à Feugrolles (Calvados), à Saint-Jean sur Erve (Sarthe). M. de Verneuil l'a signalé, de plus, à Neffiès (Hérault); M. Leymerie, à Marignac et à Saint-Béat (Haute-Garonne). Peut-être le grès de May, de Feugrolles, de Falaise et d'une partie du Calvados en dépendent-ils aussi.

Dans les autres parties de l'Europe, nous pouvons citer l'Angleterre, si bien favorisée sous le rapport géologique. On en voit d'après M. Murchison, une large bande parallèle à l'étage silurien inférieur, qui suit à l'est et au nord du pays de Galles, depuis la province de Caermarthen, en passant par les districts de Radnor et de Montgommery jusqu'au Denbigh. Il reprend ensuite au sud-est du Westmoreland et du Lancaster. On le retrouve dans l'île de Sardaigne, en Espagne, à San-Juan de los Abadessos en Catalogne, dans le Tyrol, près de Lend, à Dienten. Presque tout le duché du Rhin, en Allemagne, en dépend. Il se montre en Hollande, à Groningue. En Bohême, il est très-déve-

(891) D'Orbigny. t. II, p. 300, *Elém de paléont.*,

veloppé, surtout aux environs de Prague et de Beraun, où il a été si bien étudié par M. Barande. En Suède, il comprend toute l'île de Gothland; en Norwége, les environs de Malmo-Calven. En Russie, il forme l'île de Dago, l'île de d'OEsel, et représente une bande dans la chaîne de l'Oural (d'après les travaux de MM. Murchison, Verneuil et Keyserling), et sur la rivière Kakva, etc. Il existe en Bessarabie, à Chotin.

Sur l'Amérique septentrionale, il se montre dans le Canada, à Gaspa, dans l'île de Drummond. Aux Etats-Unis, il offre de vastes surfaces, surtout depuis les Etats de New-York, de Cincinnati, du Kentuchy, d'Indiana, du Tennessée, de l'Illinois, de Jowa, de Visconsin, jusqu'aux Etats d'Arkansas, du Mississipi et d'Alabama, c'est-à-dire une surface aussi grande que l'Europe. Dans l'Amérique méridionale, il est sans doute représenté partout où il y a concordance entre l'étage silurien et l'étage devonien, dans les Andes boliviennes, dans la province de Chiquitos et au Brésil. On en connaît encore à la Nouvelle-Hollande, au cap de Bonne-Espérance.

Sur les points de l'ouest de la France où nous avons cité l'étage, il repose en couches concordantes sur l'étage silurien inférieur; M. Barande l'a signalé en Bohême. La carte géologique et les coupes que M. Murchison à données pour l'Angleterre, offrent le même fait de concordance, soit dans le pays de Galles, soit dans le Lancaster et dans le Westmoreland. En Suède, la position de l'île de Gothland par rapport à l'île d'OEland, et des îles OEsel et Dago, par rapport au continent de Revel, viendrait prouver le même fait, ainsi que dans l'Oural.

L'Amérique septentrionale montre sa succession immédiate sur l'étage silurien inférieur partout où l'étage existe, depuis le Canada jusqu'à la province d'Alabama; M. d'Orbigny l'a aussi constatée dans l'Amérique méridionale. On voit, dès lors, que l'étage silurien supérieur a succédé, sur tous les points, d'une manière régulière à l'étage silurien inférieur, dont il paraît, en beaucoup de lieux, avoir subi les dislocations et les perturbations géologiques.

C'est surtout en France, dans les Pyrénées et à l'ouest, que les couches ont subi beaucoup de dislocations de tous genres. Il en est de même en Russie, dans l'Oural et dans l'Amérique méridionale. Les points où, au contraire, l'étage offre encore, dans ses couches, une position peu tourmentée, qui se rapproche de plus au moins de la position normale, sont les parties de l'Angleterre où nous l'avons signalé, où il n'a fait que s'incliner un peu plus; et surtout l'Amérique septentrionale, où les couches ont encore conservé, sur des surfaces immenses, presque complétement l'horizontalité qu'elles devaient avoir lorsqu'elles se sont déposées dans les mers; fait d'autant plus remarquable qu'il ne faut pas oublier que vingt-six époques sont venues depuis bouleverser l'écorce terrestre.

« Les beaux travaux de M. Murchison sur l'Angleterre, et de MM. James Hall, Emmons, Mather, pour l'Etat de New-York, nous permettent de placer en regard, comme nous l'avons fait pour l'étage silurien inférieur, les grandes successions de couches de l'étage silurien supérieur de ces deux parties du monde comparées dans leur ordre de superposition.

ANGLETERRE.

Psammites argileux et argile schisteuse des *roches* supérieures de Ludlow.
Calcaire d'Aymestry.
Roches inférieures de Ludlow.
Calcaire de Wenlock et de Dudley.
Argile schiteuse de Wenlock et de Dudley.

ÉTATS-UNIS.

Calcaire supérieur à Pentamère.
Argile schisteuse, à Deilhyris.
Calcaire, à *Pentamerus galeatus*.
Calcaire hydraulique.
Groupe salifère d'Onondaga.
Groupe du Niagara (psammites et calcaire).
Groupes de Clinton (calcaires).
Grès de Médina.
Conglomerat d'Oneida.
Grès oris.

« Par la manière si disparate dont les hoses se sont passées dans les mers d'Amérique et d'Angleterre, pendant la période du silurien supérieur, on peut juger du peu d'importance des caractères minéralogiques pris comme moyen de reconnaissance des âges des étages de contrées éloignées les unes des autres. Le plus sûr moyen de se tromper serait, en effet, de s'attacher à ce caractère; car, ce que nous trouvons dans les Etats-Unis et en Angleterre, est le fait général de tous les étages du monde, parfaitement en rapport avec ce que nous avons dit des causes actuelles qui les ont produits. Il y a plus: au milieu de cette succession de natures diverses de couches que nous avons vu se succéder dans l'étage précédent, que nous voyons dans celui-ci, dans les suivants, où s'arrêterait-on pour limiter des âges dans l'ensemble, si l'on n'avait que les caractères minéralogiques et la superposition sur les points concordants? Il est certain qu'on ne saurait où placer les limites des étages, et que l'on arriverait à mettre toutes ces couches réunies sous le nom de *terrains de transition* ou tel autre, comme on l'avait généralement admis avant les beaux travaux stratigraphiques cités, où l'on a fait entrer les éléments paléontologiques qui seuls pouvaient résoudre la question. Le peu d'importance des caractères minéralogiques ressort encore, même en France, où les couches sont noires, presque charbonneuses à Saint-Sauveur (Manche), et à l'état de grès rouges à May, etc. Nous pouvons, de plus, signaler l'exemple des couches de Gothland, où la roche est oolithique comme dans les

terrains jurassiques. Tous ces faits prouveront, nous l'espérons, que le caractère minéralogique ne peut, en aucune manière, être invoqué que pour une localité restreinte.

« De cette grande variété de sédiments que nous voyons se succéder, en Angleterre et aux États-Unis, ressort encore cette conséquence, que les causes déterminantes de ces alternances de sables et de sédiments fins qui, par la suite des temps, ont formé les grès, les calcaires et les argiles, ont été purement locales, et qu'elles ne sont, en aucun cas, comparables dans les deux pays. Nous pouvons dire plus : il ne faudrait se préoccuper en rien de la présence ici supérieure, là inférieure de quelques fossiles dans ces couches : car il est évident pour nous que la présence ou l'absence de ces fossiles dépend de la même cause locale, la nature des sédiments et le niveau de profondeur dans les mers; ce ne saurait donc être un fait général. Nous insistons sur cette circonstance capitale, qui peut aussi bien tromper que la nature minéralogique des sédiments (892). »

Puissance connue. — Les données, à cet égard, sont encore bien vagues; cependant on peut dire que, sur tous les points, cet étage a beaucoup de puissance, souvent quelques centaines de mètres; néanmoins, en additionnant l'épaisseur donnée des couches de Ludlow et Wenlock, ou Dudley en Angleterre, on trouve un maximum de 1,230 mètres environ. M. Barande évalue aussi à 1,200 mètres l'épaisseur de l'étage silurien supérieur en Bohême, ce qui donnerait encore une très-longue période d'existence à l'étage qui nous occupe.

Points profonds des mers. — Le nombre dominant des mollusques brachiopodes, des bryozoaires et des crinoïdes nous fait regarder comme des points profonds et tranquilles des mers de cette époque les lieux suivants, remarquables sous ce rapport. En Angleterre, les couches si curieuses de Dudley, où l'on trouve groupée sur la même plaque toute la faune profonde de cette époque, où l'on voit souvent près de cent espèces réunies, comme si l'on se transportait au fond des mers de l'étage, en se reportant à ce second âge du monde animé. Venlock, Walsall, Benthal, sont à peu près dans le même cas, et aussi riches. Quelques couches des environs de Prague et de Beraun en Bohême, paraissent être très-remarquables par le nombre considérable de brachiopodes et de trilobites que M. Barande y a découverts. Nous citerons encore, aux États-Unis, Lockport, dans le groupe du Niagara (New-York).

Ces faits, et ceux qu'on peut déduire de la succession de sédiments différents en Angleterre et en Amérique, viennent prouver que les mers de cet étage étaient soumises aux mêmes conditions d'existence, aux mêmes agents charrieurs qu'aujourd'hui.

Caractères paléontologiques. — Nous pouvons répéter ici que ni la nature, ni la superposition concordante des couches ne pouvant donner des limites pour séparer les étages, les caractères paléontologiques sont les seuls moyens de délimitation qu'on puisse invoquer avec certitude, aussi bien en Amérique qu'en Europe. Cherchons à le prouver, en comparant ces caractères à ce que nous avons dit à l'étage silurien inférieur.

Aux caractères négatifs énumérés à l'étage silurien inférieur et qui restent les mêmes, ajoutons seulement les différences relatives à celui-ci. Par exemple, ces vingt-huit genres que nous avons vu naître et disparaître dans l'étage silurien inférieur, sans qu'ils passent à l'étage silurien supérieur; tels que, parmi les crustacés, les genres *paradoxides*, *ellipsocephalus*, *conocephalus*, *illenus*, *asaphus*, *battus*, *trinucleus* et *ogygia*; parmi les mollusques céphalopodes, les genres *cameroceras* et *gonioceras*; parmi les mollusques lamellibranches, le genre *orthonota*; parmi les mollusques brachiopodes, les genres *obolus*, *orthisina*, *porambonites* et *siphonotreta*; parmi les mollusques bryozoaires, les genres *subretepora*, *enallopora* et *stellipora*; parmi les échinodermes, les genres *echinoencrinus*, *caryocistites*, *hemiscomites*, *cryptocrinus*, *cyclocystites* et *heterocrinus*; parmi les zoophytes, les genres *favistella*, *columnaria* et *lonsdalia*; parmi les amorphozoaires, le genre *palæospongia*, forment autant de caractères négatifs qui pourront servir à distinguer l'étage silurien inférieur de l'étage silurien supérieur, puisqu'ils ne se trouvent jusqu'à présent que dans le premier.

Nous trouvons encore, pour caractères négatifs propres à distinguer l'étage silurien supérieur des autres étages paléozoïques supérieurs, 88 genres ou formes animales spéciales, qui, joints aux 28 genres éteints dans l'étage silurien inférieur, forment un total de 116 genres, donnant autant de caractères négatifs pour distinguer l'étage silurien supérieur des autres étages des terrains paléozoïques.

Si, aux genres communs à l'étage silurien inférieur et silurien supérieur, nous ajoutons, comme caractères positifs, ceux qui, inconnus à l'étage silurien inférieur, se montrent pour la première fois dans celui-ci, nous aurons en résumé, en prenant le chiffre total de ces genres, 59 genres qui, par leur répartition actuelle, inconnus qu'ils sont dans l'étage silurien inférieur, tandis qu'ils n'apparaissent que dans le silurien supérieur, seront autant de caractères positifs tirés des genres dont on pourra se servir pour distinguer l'un d'avec l'autre.

Parmi ces 59 genres nés à l'étage silurien supérieur, il en est dix qui sont inconnus jusqu'à présent dans les autres étages inférieurs ou supérieurs du monde, et peuvent encore être considérés comme d'excellents caractères positifs pour l'en distinguer; ce sont les genres suivants : parmi les crustacés, le genre *bumastus*; parmi les bryozoaires, les *omniretepora*; parmi les échinodermes, les *protaster*, les *caryocrinus*, les *ichthyocrinus*, les *geocrinus*, les *eucalyptocrinus*, les *calliocrinus*; parmi les zoophytes, les *propora*, les *blumenbachium*, qui naissent

(892) D'Orbigny, *loc. cit.*, p. 305.

avec l'étage silurien supérieur et s'éteignent avec lui, n'ayant vécu que pendant cette faune. Joignons encore à ceux-ci les genres *odontopleura*, *calimene*, *cyphaspes*, *ampyx*, *lituites*, *oncoceras*, *hortolus*, *orbicella*, *sulcopora*, *cupulocrinus* et *tentaculites*, qui se sont également éteints dans l'étage silurien supérieur sans passer au suivant. On conçoit que, tant qu'on n'aura pas trouvé d'exception, tous ces genres, formant caractères positifs, seront d'une grande importance pour faire reconnaître l'étage silurien supérieur. C'est de l'ensemble de la combinaison des caractères stratigraphiques positifs et négatifs que naissent les différences de facies de faunes qui pourront toujours servir à faire reconnaître l'étage partout où il se présente.

Joignons aux caractères paléontologiques tirés des genres qu'on voit être suffisants, ceux, également des plus positifs, qu'on peut demander aux espèces. Si, en effet, on emprunte aux formes génériques des caractères généraux de faunes, les espèces qui, presque toutes, sont différentes dans l'étage silurien supérieur des espèces de l'étage silurien inférieur, nous donneront encore des caractères plus positifs et plus spéciaux. Nous connaissons, en animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 418 espèces discutées dans leurs rapports et leurs limites, qui forment dès lors autant d'espèces caractéristiques de cet étage propres à toutes les zones de profondeur des mers et à toutes les natures de sédiments de l'étage silurien supérieur ou murchisonien du monde géologique connu.

Parmi ces 418 espèces caractéristiques de l'étage, il en est un assez grand nombre auxquelles nous attachons une plus grande importance, en ce qu'elles se trouvent presque partout, soit qu'elles aient été plus communes, soit que les circonstances leur aient été plus favorables. Il suffit de jeter les yeux sur la liste des espèces pour s'assurer du grand nombre d'espèces communes entre l'Angleterre, la France, la Suède, la Bohême et la Russie, jusque dans l'Oural. Parmi celles-ci, nous pouvons citer plus particulièrement le *cardium interruptum* (*cardiola* id.), qui se rencontre dans l'ouest et le sud de la France, à Feugrolles, à Saint Jean sur-Evre, à Saint-Sauveur, à Neffiès; en Espagne, en Sardaigne, en Bohême, en Angleterre, etc., et distingue parfaitement cet horizon. D'autres, plus largement réparties, passent par-dessus toutes les zones isothermes actuelles et se trouvent, sans distinction de régions chaudes, tempérées et froides ni de distances, en Europe, de l'Espagne, de la Sardaigne à la Suède; en Norwége et en Russie, jusqu'à la chaîne de l'Oural; en Amérique, de l'Etat d'Alabama jusqu'au Canada; ou bien se rencontrent encore à la Nouvelle-Hollande, embrassant ainsi plus de la moitié de la surface du monde.

Ainsi d'après les connaissances actuelles, nous aurions déjà 30 espèces qui se trouveraient réparties à la fois sur l'Europe et l'Amérique, et prouveraient la parfaite contemporanéité de ces dépôts; car ces individus, communs aux deux pays, viennent évidemment de la même forme spécifique, et dénotent à la fois identité de conditions d'existence et même des mers non interrompues se communiquant à cette époque. C'est, de plus, la meilleure preuve que nous puissions apporter de la spécialisation des espèces dans les étages, et de leur importance comme caractères paléontologiques dans la reconnaissance des étages, puisque, sur les 418 espèces propres à l'étage silurien, 30 se trouvent sur une aussi grande surface des mers anciennes à cette époque.

Chronologie historique.—Nous avons laissé l'étage silurien inférieur continuant à nourrir sa faune et à former des dépôts de sédiments. Que s'est-il opéré pour anéantir cette faune de l'étage silurien? Toujours est-il que cette faune est restée ensevelie dans les couches terrestres, et qu'après un laps de temps sans doute considérable, une autre série d'êtres a été créée à la fois sur toutes les parties du monde, et est venue remplacer la première. Comment cette extinction des espèces de l'étage silurien inférieur s'est-elle opérée? Comment cette nouvelle création de l'étage silurien supérieur est-elle venue? Telles sont les questions qui naissent naturellement de ces deux faits incontestables. Comme dans ce premier âge du monde, pas plus que dans les suivants, on ne peut attribuer l'extinction au changement de température ni aux modifications des conditions d'existence, ainsi que nous avons cherché à le démontrer aux résultats généraux (*Voyez* PALÉOZOÏQUES). Nous croyons que cette extinction s'explique très-naturellement par une de ces dislocations géologiques dont nous avons calculé les effets. (*Voyez* PERTURBATIONS GÉOLOGIQUES.) Nous supposons donc qu'une dislocation géologique d'une grande importance est venue, par le déplacement des matières solides dans les eaux, apporter une perturbation générale à la surface du globe et anéantir la faune de l'étage silurien inférieur par suite du mouvement prolongé des eaux. Après ce mouvement, la tranquillité s'est rétablie peu à peu; les mers sont redevenues paisibles; les continents sont restés exondés, et une main toute-puissante est venue repeupler la terre et les mers de ces animaux et de ces végétaux. C'est ainsi que nous pouvons concevoir et expliquer à la fois les *deux faits sans réplique* que nous voyons dans les étages : l'anéantissement de l'ancienne faune silurienne et ensuite l'apparition de la nouvelle. En effet, nous avons vu dans ce changement s'opérer les mutations suivantes : 28 genres d'animaux articulés, mollusques et rayonnés, ont été anéantis pour toujours, en même temps que 426 espèces appartenant à plusieurs classes d'êtres; et il a paru plus tard, avec l'étage silurien supérieur, 59 genres inconnus à l'étage silurien inférieur, en même temps que 418 espèces qui n'existaient pas dans l'étage inférieur.

Durant la période de l'étage silurien supé-

rieur, les mers étaient à peu près les mêmes qu'à l'étage silurien inférieur. Peut-être avaient-elles déjà abandonné une partie de la surface centrale de la Bretagne; mais, bien certainement, elles avaient avancé vers l'est, soit dans le pays de Galles, soit dans le Cumberland en Angleterre, en laissant à l'ouest de larges atterrissements continentaux. Elles s'étendaient probablement sans interruption de l'Europe à l'Amérique. Elles occupaient une grande partie de l'Amérique méridionale, de l'Amérique septentrionale, et couvraient toute la portion de l'Europe qui s'étend depuis l'Espagne jusqu'au lieu où est aujourd'hui la chaîne de l'Oural. Ces mers montraient quelques lambeaux de leurs anciennes limites côtières : en France, à Saint-Sauveur ; en Angleterre, un peu au sud-est des limites de l'étage silurien inférieur, ce qui montrerait que les terrains littoraux se seraient exhaussés : fait qu'on trouve également en Suède et aux Etats-Unis. Ces mers étaient soumises à toutes les influences locales que subissent les mers actuelles, par rapport aux dépôts sédimentaires et à la distribution des êtres, suivant le degré de profondeur des eaux et la nature côtière ou pélagienne des sédiments qui permettaient à chacun son existence spéciale.

Ces mers nourrissaient, de plus que l'étage silurien inférieur, parmi les animaux vertébrés, quelques genres de poissons inconnus dans l'époque antérieure; parmi les crustacés, un grand nombre de genres de trilobites qui, à cette époque, sont arrivés à leur maximum de développement; parmi les animaux mollusques, quelques genres de céphalopodes, de gastéropodes, de lamellibranches ; plusieurs genres de brachiopodes et de bryozaires; parmi les animaux rayonnés, quelques genres d'échinodermes, spécialement des crinoïdes et des zoophytes; enfin 59 genres inconnus à l'étage précédent, et qui commence à se montrer, avec un nombre plus ou moins grand d'espèces. A ces animaux, pour compléter les êtres qui peuplaient les mers, nous pouvons ajouter quelques plantes marines des genres suivants, propres à l'état de New-York, figurées et décrites sous les noms suivants par M. Hall :

Fucoides Harlani (Medina Sandstone).
— gracilis (Clinton group).
— biloba *Id.*
— heterophyllus (Medina).
— auriformis *Id.*
Hictuolites Beeckei, Hall.

Les continents de cette époque étaient certainement couverts de végétation, car les traces charbonneuses de Saint-Sauveur dénotent des dépôts littoraux de plantes terrestres. Ces continents sont, à ce qu'il paraît, restés les mêmes pour le plateau central de la France ; mais, pour le massif breton, ils se sont probablement accrus de surfaces de l'étage silurien inférieur alors exondées. En Angleterre, un continent a peut-être alors formé, à l'ouest du pays de Galles, une large bande laissée par l'étage silurien inférieur, et une seconde dans le Westmoreland. Ce seraient, en Angleterre, les premières qui, en s'augmentant successivement dans l'avenir, sont destinées à faire partie du continent que nous désignerons comme *île anglaise*.

La répartition uniforme des mêmes êtres sous les régions aujourd'hui chaudes, tempérées et très-froides du 65° de latitude Nord prouve qu'à cette époque, comme pour l'étage silurien inférieur, les zones isothermes que nous connaissons n'existaient pas encore, neutralisées sans doute qu'elles étaient par la chaleur centrale propre à la terre.

Nous avons dit encore que, pendant la durée très-prolongée de cette époque, à en juger par l'épaisseur des dépôts qui s'y sont formés, il a dû se manifester des oscillations locales du sol analogues à ce que nous voyons aujourd'hui dans le nord de l'Europe.

On voit, en résumé, que la terre et les mers, avec moins d'êtres et surtout avec ceux-ci très-différents de l'époque actuelle, étaient soumises à toutes les lois physiques et naturelles que nous voyons exister aujourd'hui.

L'époque silurienne supérieure paraît avoir été interrompue par un mouvement géologique que nous retrouvons dans les discordances de l'étage. Peut-être la dislocation du *système du Westmoreland et du Hundsruck* de M. Elie de Beaumont correspond-elle à la fin de cette époque. Peut-être aussi le *système Itaculumien*, observé au Brésil par M. Pisis, marquerait-il encore une dislocation de la fin de l'étage silurien supérieur. Sa direction est de l'est à l'ouest, et se voit du 26° au 27° de latitude, et du 46° au 57° de longitude occidentale de Paris. C'en est assez, nous le croyons, pour expliquer la fin de l'étage; il y aurait donc ici le rapport le plus intime entre les mouvements géologiques que nous supposons avoir arrêté la durée de cette époque, et les limites des faunes qui en seraient le résultat palpable.

SINÉMURIEN (ÉTAGE). — Autrement dit, *lias inférieur, calcaire à gryphée arquée*, etc. *Sinémurien* vient du nom de la ville de Semur (*Sinemurium*), autour de laquelle les couches sinémuriennes peuvent offrir le type le plus complet et un point réellement étalon pour l'étage.

Ce terrain se trouve dans un nombre considérable de localités en France, en Angleterre, en Belgique, etc., dans l'Amérique méridionale, etc.

On remarque dans ce terrain de profondes discordances et des parties très-disloquées (Basses-Alpes).

Quant à la puissance, les grès du Luxembourg ont jusqu'à 300 mètres. Les mêmes grès ont montré, dans le sud-ouest de l'Allemagne, 65 mètres de puissance; aux environs d'Avallon, de Semur, de Lyon et dans les Alpes, nous avons pu évaluer l'épaisseur

des calcaires à une centaine de mètres ; on a trouvé à Thionville 165 mètres d'épaisseur de lias, et à Lyme-Regis on l'évalue à 200 mètres.

La puissance des couches de l'étage sinémurien, l'extrême variété de leur composition minéralogique sur un même point, annoncent qu'elles ont dû se déposer dans un laps de temps considérable.

Caractères paléontologiques. — Un caractère très-remarquable ressort, au premier aperçu, de l'ensemble des êtres de la faune de cet étage. Comme aucun des genres qui existaient avant cette époque ne s'y éteint, et qu'au contraire il en naît un grand nombre de nouveaux, on voit que, par ses fossiles et par sa superposition, l'étage sinémurien est bien le commencement d'une nouvelle période d'existence. Voici, du reste, les caractères différentiels spéciaux :

Pour séparer l'étage sinémurien de l'étage saliférien, nous avons les vingt genres qui naissent et meurent dans l'étage saliférien, et ceux qui, ayant leur maximum de développement spécifique dans les terrains paléozoïques, s'éteignent encore dans cet étage, comme les dernières formes animales de cette première période d'existence, sans passer à l'étage sinémurien.

Pour limites paléontologiques, entre l'étage sinémurien et l'étage liasien, nous avons de plus des plantes, 47 genres qui commencent seulement à paraître dans l'étage liaisien, et sont inconnus dans l'étage sinémurien. Ces 47 genres, réunis aux 20 genres précédents, donnent 67 genres négatifs pour l'étage sinémurien.

Les genres suivants, inconnus aux étages inférieurs et apparus pour la première fois avec l'étage sinémurien, seront autant de caractères positifs propres à le distinguer des époques antérieures, et particulièrement du dernier étage triasique. Ces genres sont au nombre de 14, auxquels, sans doute, il faudra joindre quelques-uns des genres de poissons que le manque d'indications positives nous a fait placer à l'étage suivant, comme étage moyen des trois âges confondus sous le nom de lias.

Les genres spéciaux à l'étage sinémurien, qui sont nés et morts dans cette période, ne sont pas nombreux ; nous ne comptons, en effet, que le genre *octocœnia* de la série des zoophytes. Ce peu de genres spéciaux annoncerait, comme nous l'avons dit, que l'étage sinémurien est le commencement d'une nouvelle grande période d'animalisation déjà formée de quelques genres dans l'étage saliférien.

Les caractères qui précèdent seraient suffisants pour distinguer l'étage saliférien ; mais il nous reste un moyen encore plus spécial, c'est celui que peuvent nous donner les espèces. Outre des espèces de plantes, outre des espèces d'animaux vertébrés et annelés, nous avons le nombre de 174 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Ces espèces discutées, quant à leurs caractères et à leur synonymie, forment autant d'*espèces caractéristiques*, attendu qu'aucune, jusqu'à présent, ne se trouve ni dans l'étage inférieur, ni dans l'étage supérieur.

Chronologie historique. — La perturbation géologique qui a mis fin à l'époque saliférienne a fait disparaître, pour toujours, en même temps que 20 genres différents d'animaux, que 737 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, que 55 espèces de plantes, les derniers genres caractéristiques de la première et de la seconde période du monde animé. Cette perturbation, dont les traces se trouvent dans les grès à gros grains de nivellement inférieur de l'étage, ainsi que dans les arkoses, a dû s'effacer peu à peu, et lorsque le repos entier de la surface a permis à la puissance créatrice de l'animer, la terre et la mer se sont de nouveau repeuplées. C'est alors qu'ont paru, avec des plantes nouvelles, 14 genres d'animaux de toutes les classes, et 174 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les espèces des embranchements supérieurs. Tels sont au moins les débris de cette époque arrivés jusqu'à nous et connus aujourd'hui ; car ces chiffres doivent nécessairement être doublés ou triplés dans l'avenir.

Les mers étaient, à cette époque, peu différentes des mers de l'époque saliférienne, au moins en France et en Angleterre, et elles couvraient les trois bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen. Elles baignaient le pourtour est du grand plateau central, et en faisaient probablement le tour ; elles s'étendaient dans le bassin méditerranéen ; de là, à l'est et au sud-est, jusqu'à l'îlot du Var, et allaient couvrir l'emplacement des Alpes jusqu'en Italie et en Sicile. Au nord-est, elles couvraient le Jura, et s'étendaient beaucoup de ce côté. Elles baignaient les deux versants des Vosges ; et du versant occidental, dans le bassin anglo-parisien, elles formaient une vaste étendue dirigée à l'ouest, d'un côté, jusqu'au massif breton, et en Angleterre, où elles couvraient, tout le nord, jusqu'au Yorkshire, étendue bornée à l'ouest par l'île anglaise, mais ouverte vers l'est, où ses limites nous sont inconnues. Entre le plateau central et le massif breton, était le *détroit breton* qui communiquait avec la mer pyrénéenne.

Les continents étaient certainement les mêmes, surtout à en juger par les dépôts côtiers. On voit que le plateau central s'est seulement accru, au nord, de quelques lambeaux saliférien émergés. Le massif breton est resté le même ; le continent belge-vosgien s'est accru, à l'ouest, d'une grande lisière de l'étage saliférien surgi au-dessus des eaux.

Les mers sinémuriennes nourrissaient des animaux différents de l'époque antérieure. Nous pouvons surtout citer les reptiles *ichthyosaurus*, dont la taille rivalisait avec celle de nos grands cétacés actuels. Des poissons d'espèces distinctes, avec de nombreuses ammonites, des bélemnites et des turrilites, inconnues jusqu'alors, animaient les rivages.

Les continents, avec des insectes diptères, se couvrent de plantes nombreuses, auxquelles M. Brongniart assigne les caractères généraux suivants : « 1° la grande prédominance des cycadées déjà bien établie, et la présence de genres nombreux dans cette famille, et surtout des *zamites* et des *nilsonia;* 2° l'existence, parmi les fougères, de beaucoup de genres à nervures reticulées, qui se montraient à peine, et sous des formes peu variées, dans les étages plus anciens, mais dont quelques-unes, cependant, commençaient déjà à paraître dans l'époque du keuper (étage salifèrien). Tels sont les *camptopteris* et les *thaumatopteris.* »

Aux discordances supérieures, aussi bien qu'aux limites des faunes, nous voyons les dernières traces de la commotion géologique à laquelle on doit attribuer la fin de l'étage.

SINGES, animaux de l'ordre des quadrumanes. — Cette division des mammifères est surtout caractérisée par ses membres antérieurs et postérieurs que terminent des mains, c'est-à-dire des organes destinés à grimper et à saisir; aussi le pouce est-il opposable aux autres doigts, aux deux extrémités. Leur appareil dentaire se compose, comme chez l'homme, d'incisives, de canines et de molaires. On rencontre, à l'état fossile, des quadrumanes appartenant à trois divisions : des singes, dits de l'*ancien continent*, des singes, dits du *nouveau continent* et des *jacchus*.

Singes de l'ancien continent (*catarrhinæ*). — Ils ont à chaque mâchoire quatre dents incisives verticales : deux canines et huit molaires. L'espèce la plus ancienne dans les couches terrestres à été trouvée en Angleterre, dans l'étage parisien, à Kyson, dans le Suffolk ; c'est une dent bien conservée qu'on peut rapporter avec certitude au genre *macacus;* Owen lui a donné le nom de *macacus eocenus*. La plupart des macaques actuels habitent les Indes, mais il en existe aussi en Afrique. M. de Blainville a décrit, sous le nom de *pithecus antiquus*, une mâchoire entière de singe, rencontrée dans le célèbre gisement de Sansan (Gers), que nous rapportons avec certitude à l'étage falunien. MM. Falconer et Cautley ont découvert une espèce du genre *semnopithecus*, dans le même étage à Sutly (Indes anglaises).

Singes du nouveau continent, famille des *platyrrhinæ*. — Ils diffèrent des premiers par douze molaires à chaque mâchoire, au lieu de huit. M. Lund en a découvert dans les cavernes de la province de Minas-Geraès au Brésil. Les espèces qu'il indique sont les *cebus macrognathus*, *callithrix primævus* et *protopithecus brasiliensis* (genre nouveau); il indique aussi le *jacchus grandis*. Ces espèces paraissent appartenir à l'étage falunien. Il est curieux de trouver, aux dernières époques géologiques tertiaires, les singes déjà répartis, comme ils le sont aujourd'hui, suivant leurs caractères. Leur première apparition. *Voy.* Subapennin.

SIVATHERIUM. *Voy.* Mammifères.

SMITH. *Voy.* Géologie.

SOL VIERGE, Sol cultivé, *action des eaux bien différente et résultats divers.* — *Voy.* Couches sédimentaires, art. II.

SOLEIL. — Les cosmogonistes sont les moins embarrassés des savants pour rendre compte des choses difficiles; la solution des plus ardus problèmes est ce qui les arrête le moins. Si vous leur demandez l'explication de mille phénomènes qui sont sous leurs yeux et comme dans leurs mains, qu'ils peuvent observer, examiner à toute heure, pour l'ordinaire ils restent courts; mais si vous les interrogez sur la formation de la terre, de la lune, du soleil, des étoiles, des comètes, des nébuleuses, etc., ils vous la diront sans hésiter et vous en traceront la théorie avec une incroyable assurance. On pourrait leur passer ces imaginations ou inventions plus ou moins ingénieuses, n'était la fantaisie que plusieurs ont eue de vouloir à tout prix faire concorder leurs romans avec le texte sacré de la *Genèse*. M. Godefroy et M. Marcel de Serres, adoptant comme autant d'oracles les spéculations les plus téméraires de la science, ont fait, le plus respectueusement du monde, du récit de la création un logogriphe étrange. Il n'y a pas dans le texte un seul mot qui n'ait été traduit par un contre-sens ou qui n'ait reçu une interprétation tellement insolite qu'on a peine à croire à tant de naïveté, sinon à tant d'audace. Nous l'avons montré longuement dans plusieurs articles de ce Dictionnaire (*Voy.* Godefroy, Marcel de Serres, Jours-Périodes, etc.). Nous allons retrouver, dans le présent article, les idées cosmogoniques de M. Godefroy. Quand nous disons les idées cosmogoniques de M. Godefroy, nous entendons parler des modifications qu'il a cru devoir apporter à la fameuse théorie de Laplace; car, au sentiment de M. Godefroy, la théorie de Laplace, arrangée par lui, est la traduction ou l'interprétation la plus fidèle du premier chapitre de la *Genèse*. Le géomètre incrédule ne se doutait pas qu'il faisait si bien, et s'il revenait au monde, il lui paraîtrait piquant sans doute de retrouver tout son système dans le livre de Moïse. Il ne s'attendait guère à un semblable résultat.

Mais écoutons M. Godefroy discutant les idées théoriques de Laplace sur le soleil, et s'efforçant d'y en substituer d'autres qu'il croit ou feint de croire bien plus en harmonie avec le récit de la création mosaïque.

« De tous les physiciens ou astronomes modernes, M. Laplace est le seul que nous sachions, qui ait suivi les idées des anciens, en considérant le soleil, soit comme une énorme masse de feu (893), soit comme un océan de matière lumineuse (894). Car, pour M. Biot, il expose plutôt qu'il n'embrasse le

(893) *Expos. du syst. du monde*, t. I^er^, p. 29, édition de l'an IV.

(894) *Expos. du syst. du monde*, p. 389, 5^e^ édition.

sentiment de son ancien collègue, lorsqu'il nous dit : *qu'en supposant avec l'auteur de la* Mécanique céleste *que le corps même du soleil est embrasé, les taches pourraient être des cavités profondes, d'où sortiraient par intervalle de vastes éruptions de feu faiblement représentées par les volcans terrestres* (895). Il est certain, du reste, pour ce qui regarde M. Laplace, que sa manière d'envisager la formation de tous les corps célestes et la nature de leur lumière, ne lui permettait pas d'émettre une autre opinion sur la constitution de l'astre qui nous éclaire.

« Cependant, dès l'année 1801, le célèbre Herschell avait publié, sur la nature et la constitution physique du soleil, la théorie à laquelle il avait été conduit par les nombreuses observations qu'il avait faites, pendant un grand nombre d'années, avec ses puissants télescopes.

« Dans la théorie de ce grand astronome, le soleil est un globe solide et opaque environné d'une double atmosphère, dont l'une, extérieure, est entièrement composée de lumière, et l'autre, sombre et épaisse, constamment chargée de nuages, est incomparablement plus volumineuse que la couche supérieure, la seule que nous apercevions. Il considère cette atmosphère inférieure comme capable de protéger la surface immédiate du soleil contre la chaleur de la couche supérieure, seule lumineuse, et de rendre ainsi ce monde étonnant propre à recevoir et à nourrir des habitants, dont les organes seraient adaptés aux circonstances particulières de ce vaste globe. Il attribue les taches à des déchirements temporaires de la couche lumineuse, ou à des ouvertures accidentelles qui nous laissent voir, soit le corps solide du soleil, soit les nuages de son atmosphère inférieure. Herschell, en conséquence de ses découvertes, a rejeté tous les vieux termes qui servaient à désigner ces différentes taches ; il a remplacé les anciens noms de *noyaux*, *nébulosités*, *lucules*, etc., par ceux de *pores*, *ouvertures*, *creux*, *sillons*, *rides*, *dentelures*, *facules*, etc.

« Cette brillante théorie, qui avait pour elle toutes les probabilités les plus favorables du temps d'Herschell, a acquis depuis le dernier degré de certitude (896).

« Dans une matière aussi importante et aussi décisive contre le système des cosmogonistes qui sont partis de la supposition de la préexistence du soleil, dans le sens absolu de ce terme ou en tant que luminaire de la terre, contrairement à ce qui nous est révélé dans la Genèse, nous ne devons pas négliger un témoignage tout spécial rendu à la vérité, par l'illustre académicien que nous n'avons pas craint de reprendre en face, lorsque nous l'avons vu dévier de la ligne droite. C'est donc M. Arago que nous allons entendre :

« *Le système de Buffon emporte implicitement cette conséquence, que la matière du soleil, la matière extérieure du moins, est en état de liquéfaction. Or, je dois m'empresser de dire que les observations modernes les plus minutieuses n'ont pas confirmé cette idée. Les rapides changements de forme que les taches solaires obscures et lumineuses éprouvent incessamment, les espaces immenses que ces changements embrassent dans des temps très-courts, avaient déjà conduit à supposer, depuis quelques années, avec beaucoup de vraisemblance, que de pareils phénomènes devaient se passer dans un milieu gazeux. Aujourd'hui des expériences d'une toute autre nature, des expériences de polarisation lumineuse, faites à l'Observatoire de Paris, établissent ce résultat d'une manière incontestable. Mais si la partie extérieure et incandescente du soleil est un gaz, le système de Buffon pèche par sa base essentielle, il n'est plus soutenable.*

« *On pourrait, il est vrai*, continue M. Arago, *alléguer que le corps obscur auquel cette atmosphère lumineuse sert d'enveloppe et qu'elle nous permet d'apercevoir quand ses parties se désunissent, que ce corps obscur, dis-je, est liquide ; mais ce serait là une hypothèse entièrement gratuite, et qu'on ne saurait appuyer sur aucune observation exacte* (897).

« Cependant, cette hypothèse entièrement gratuite, ou plutôt l'hypothèse de la liquéfaction totale du soleil est tout à la fois le fondement, le centre et le résultat du système d'explication de M. Laplace ; et cette hypothèse est encore l'hypothèse forcée de ceux qui considèrent la terre et toutes les planètes comme autant de déjections incandescentes sorties en même temps de divers points de l'équateur solaire. De même que M. Laplace, les auteurs de ce système renouvelé de Buffon ne peuvent faire de la terre un globe originairement incandescent et encore en feu dans presque toute sa masse, sans supposer que le globe solaire est lui-même liquide et incandescent, sans supposer que la matière du soleil est en état de fusion, de liquéfaction incandescente. Si l'on objecte à ces nouveaux cosmogonistes que la matière des planètes étant de la même nature que celle du soleil, les planètes devraient être comme le soleil brûlantes et lumineuses, et non pas froides et opaques comme elles le sont, ils répondront, ils seront obligés de répondre avec Buffon : *que le feu ne peut pas subsister aussi longtemps dans les petites que dans les grandes masses, et que les planètes ont dû brûler pendant quelque temps, mais qu'elles se sont éteintes faute de matières combustibles, comme le soleil s'éteindra probablement par la même raison, mais dans des âges futurs et aussi éloignés des temps auxquels les planètes se sont éteintes, que sa grosseur l'est de celles des planètes* (898). Ou bien ils diront avec Des-

(895) *Traité élém. d'astronomie physique*, liv. 1 chap. 3.

(896) C'est tout simplement une hypothèse qui sera remplacée demain par une autre. (ÉD. DE St-CL.)

(897) *Ann.* 1852, p. 232 et 233.

(898) *Théorie de la terre*, p. 217 et 218.

cartes et Leibnitz, que la terre et les autres planètes sont des soleils déjà encroûtés.

« Pour ne parler ici que du système qui nous occupe, M. Laplace décide que le refroidissement a dû produire dans les planètes en vapeurs, comme dans le soleil à l'état de nébuleuse, un noyau brillant que la condensation de son atmosphère transformait en étoile (899). Ainsi, dans le système de M. Laplace comme dans le système de Buffon, la fluidité primitive des planètes ou leur ancienne incandescence est de la même nature que la fluidité encore subsistante du globe solaire, de la même nature que son incandescence actuelle; seulement, chez M. Laplace, cette fluidité ignée n'est pas originelle: cette fluidité primitive du soleil et des planètes a succédé à l'état de vapeurs.

« Mais, voici qu'on enseigne qu'en partant de son état initial de vapeurs, notre planète a dû commencer à se solidifier par le centre, et successivement du centre à la circonférence, jusqu'à ce qu'il ne soit plus resté que les matières qui forment aujourd'hui la mer et notre atmosphère; que les molécules de la terre étaient soumises à leur attraction mutuelle, et que de cette force il est résulté une pression croissante de la circonférence au centre, qui a déterminé la solidification immédiate des couches centrales, tandis que toute la chaleur développée pendant le changement d'état de ces couches centrales, s'échappait, sous forme rayonnante, à travers les couches supérieures encore à l'état de vapeurs (900). Et voici que des observations précises et des expériences directes établissent d'une manière incontestable que la matière du soleil n'est pas en état de liquéfaction, que toute la substance lumineuse nage au-dessus de son atmosphère.

« Jamais point de vue plus vaste et plus sublime ne s'est déployé devant l'œil de l'intelligence. La sagesse humaine, d'accord avec la révélation divine, promet enfin de répandre la lumière de la démonstration sur l'unité d'origine du ciel et de la terre, et sur la mystérieuse génération de tous les corps de l'univers (901).

« Les plus hautes théories scientifiques admettent unanimement, elles reconnaissent unanimement que *la matière dont les mondes sont composés était d'abord à l'état gazeux;* que la terre et toutes les planètes, que le soleil et toutes les étoiles étaient, au commencement, *à l'état de vapeurs*, c'est-à-dire *à l'état de matière impalpable, invisible et incomposée.* Un grand géomètre, entraîné par l'esprit de système, fait naître au centre de cette matière fluide, au centre de la terre à l'état de vapeurs, un noyau brillant et lumineux, pour faire de ce noyau incandescent un soleil ou une étoile. Mais cette opinion si diamétralement opposée à la pensée intime de tous, cette conjecture contre laquelle s'élèvent des difficultés insurmontables, ne répond ni aux phénomènes que présentent la condensation et la solidification des gaz, ni aux données définitivement acquises sur la nature et le mode de génération de la lumière. La science, fondée sur les faits et les observations, déclare que cette marche n'est pas celle que suit la nature dans ses opérations : que la terre n'a jamais été un soleil ou une étoile, ni une masse incandescente ou lumineuse (902). Puis, nous pouvons faire valoir cette considération dont on ne parle pas, qu'un globe environné d'une atmosphère chargée de toutes les matières qui composent aujourd'hui l'immensité de nos mers ne pouvait être un globe lumineux, ou que la terre n'a pas commencé par être un noyau brillant que la condensation de son atmosphère transformait en étoile, comme le veut et comme a besoin de le vouloir l'auteur de la *Cosmogonie physique.*

« Or, la nature agit toujours uniformément, et la philosophie naturelle observe que dans l'univers chaque ordre de phénomènes est subordonné à une cause générale et unique (903). Nous sommes donc amené a conclure que la génération du soleil n'a pas été différente de celle de ses planètes ou satellites. Le soleil et toutes les étoiles, la terre et toutes les planètes étaient originairement à l'état de vapeurs; il faut, et nécessairement, que la même cause ait produit dans le globe central et dans tous les autres globes stellaires, les mêmes effets que dans les globes excentriques; c'est-à-dire que nous sommes autorisé à conclure, sinon que le soleil est un globe entièrement solidifié du centre à la circonférence, du moins que ce globe central est un globe obscur et opaque comme le globe terrestre, et par conséquent que le chaleur et la lumière qu'il nous dispense ne procèdent pas de son noyau intérieur. C'est, en d'autres termes, le raisonnement que faisait Buffon, c'est le raisonnement qu'avaient fait Descartes, Leibnitz, et c'est le raisonnement que font encore tous les cosmogonistes (904).

« Et cette grande vue que donne l'induction la plus directe, cet immense aperçu dans le vaste champ de la cosmogonie, est transformé en une révélation réelle par les sublimes manifestations des sciences physiques et astronomiques, qui viennent à leur tour rendre témoignage de l'admirable économie des plans du Créateur universel, et proclamer hautement l'unité et la communauté d'origine du ciel et de la terre

(899) *Expos. du syst. du monde*, p. 410 et 413.

(900) *Mém. sur les températ. du globe*, p. 12 et 13.

(901) La *sagesse humaine*, qui est d'*accord avec la révélation divine*, au moins dans une douzaine de systèmes cosmogoniques tout différents, a toujours plus promis qu'elle n'a tenu jusqu'ici. (JÉH. DE St-CL.)

(902) La *sagesse humaine* a pourtant affirmé cela longtemps et l'affirme encore presqu'universellement. (JÉH. DE St-CL.)

(903) *Natura enim simplex est, semper sibi consona, et superfluis rerum causis non luxuriat.*

(904) « Ce n'est pas ainsi pourtant qu'est composé le globe terrestre, faisait observer M. Ampère, dans la discussion d'une autre hypothèse cosmogonique, et ce n'est pas ainsi que doivent l'être les planètes *et les soleils* répandus dans l'espace. » (*Op. cit.*)

« Dans toutes leurs observations, les astronomes ont constamment remarqué que l'atmosphère lumineuse ou l'enveloppe sidérale est séparée du globe solaire par une autre atmosphère non lumineuse et analogue à l'atmosphère terrestre. Dans leurs explications, la pénombre qui accompagne presque toujours les taches solaires est produite par les nuages de cette atmosphère inférieure qui sépare le noyau de l'atmosphère lumineuse, dont elle reflète la lumière à un très-haut degré.

« Dans les conclusions d'Herschell, la couche lumineuse et toute superficielle est soutenue à une grande distance de la surface du soleil, *fort au-dessus* de son noyau solide. L'atmosphère intermédiaire, sur laquelle s'appuie cette enveloppe lumineuse, porte à sa surface supérieure, *ou plutôt*, comme le fait observer le fils du grand astronome, *dans son intérieur, à un niveau considérablement plus bas* (905), des couches nuageuses semblables à celles qui règnent dans notre atmosphère ; et cette atmosphère solaire nous renvoie la plus grande partie de la lumière qu'elle reçoit de son enveloppe incandescente.

« Dans ces mêmes conclusions, Herschell va beaucoup plus loin. *Herschell croyait que le soleil est habité. Suivant lui, si la profondeur de l'atmosphère solaire dans laquelle s'opère la réaction chimique lumineuse, s'élève à un millier de lieues, il n'est pas nécessaire qu'en chaque point l'éclat surpasse celui d'une aurore boréale ordinaire. Les arguments sur lesquels le grand astronome se fonde pour prouver, en tout cas, que le noyau solaire peut ne pas être très-chaud malgré l'incandescence de l'atmosphère,* ne sont ni les seuls, ni les meilleurs qu'on pourrait invoquer. » C'est le savant auteur des *Notices* qui se prononce ainsi.

« Il n'est pas étonnant, disait Fontenelle, que la philosophie bégaye, sur des choses si éloignées de la portée de nos yeux et si faiblement aperçues ; il l'est seulement qu'on ait été si loin et qu'on ait pu, par exemple, *distinguer géométriquement les deux hémisphères réels du soleil.* »

« Après avoir cité cette remarque de Fontenelle, M. Arago continue en ces termes : *J'ajouterai ensuite que, s'il m'était permis de sortir du cadre de cette Notice, des phénomènes de polarisation permettraient, en plus d'un point, de substituer des* faits positifs, *des* démonstrations catégoriques *aux raisonnements simplement bégayés dont parlait l'ingénieux secrétaire de l'Académie des sciences* (906).

« En effet, les physiciens, en suivant une autre route, se sont rencontrés avec les astronomes ; et leurs expériences ont constaté, d'une manière encore plus directe et plus irréfragable, que le fluide lumineux forme la dernière couche de l'atmosphère solaire, ou que la substance lumineuse du soleil est tout entière confinée dans les plus hautes régions de son atmosphère.

« M. Fourier venait de constater, par ses expériences sur la polarisation des rayons lumineux, que ceux qui s'échappaient d'un globe de feu ou d'une sphère métallique en ignition étaient manifestement polarisés, tandis que ceux qui émanaient d'une substance gazeuse et incandescente ne présentaient aucune trace de polarisation, quand M. Arago, s'emparant de cette belle découverte, en fit le premier l'application à la lumière solaire. Il observa que cette lumière ne jouissait pas des propriétés de la polarisation, et il eut ainsi l'honneur de démontrer le premier, d'une manière directe et incontestable, que la matière incandescente du soleil ne peut être ni un solide, ni un liquide, mais nécessairement un gaz.

« Bouguer avait cru remarquer que la lumière du soleil était plus vive à son centre que vers ses bords ; et on s'autorisait des expériences de cet astronome pour appuyer l'hypothèse d'une atmosphère répandue autour de la partie brillante du soleil, atmosphère, disait-on, qui affaiblissait par son opacité les rayons lumineux émanés des extrémités de ce globe incandescent. On avait calculé que le soleil, dépouillé de son atmosphère, nous paraîtrait douze fois et un tiers plus lumineux. Mais M. Arago, ayant découvert que le mica a la propriété non-seulement de diviser en deux les rayons polarisés, mais encore de produire les deux images avec des couleurs complémentaires ou dont le mélange forme le blanc, M. Arago, dis-je, mit cette précieuse découverte à profit, pour prouver que tous les points de la surface du soleil envoient précisément les mêmes couleurs, et que la lumière des bords est aussi intense que celle du centre. Dans cette opération, comme dans celle effectuée à l'aide d'une lunette munie d'un cristal de roche et d'un cristal de spath d'Islande, les deux images du soleil, disposées de manière que le bord de l'une coïncide avec le centre de l'autre, fournissent encore, aux points de coïncidence, une lumière parfaitement blanche. D'où il résulte que les bords du soleil sont précisément aussi lumineux ou ont une lumière aussi intense que le centre.

« Il fut ainsi démontré contre Bouguer, et par conséquent contre M. Laplace, que le soleil n'a point d'atmosphère au delà de la matière lumineuse, au delà de son enveloppe sidérale.

« Jamais théorie plus hardie n'a étonné le monde savant, et jamais doctrine scientifique n'a obtenu un assentiment plus général, parce que jamais théorie scientifique n'a eu pour base des faits plus positifs, confirmés par des expériences plus directes et plus décisives.

« *L'opinion d'Herschell que la partie brillante du soleil ne se composait que d'une atmosphère gazeuse et incandescente, était appuyée sur des preuves nombreuses fournies*

(905) *Op. cit*, p. 245.

(906) *Ann.* 1842. Constitution physique du soleil.

par l'observation des taches, et il ne restait plus de doute sur sa réalité, lorsque de nouvelles expériences que nous allons rapporter sont venues fournir un dernier degré de certitude, et témoigner en outre *que la lumière solaire est de même intensité dans tous ses points, et que, par conséquent, il n'existe pas d'atmosphère extérieure. — Bouguer supposait que le soleil est environné d'une atmosphère semblable à la nôtre, qui, par son opacité, affaiblit les rayons lumineux ; mais des expériences très-délicates de M. Arago ont prouvé, depuis, que tous les points du disque solaire éclairaient également, et que par conséquent une pareille hypothèse ne peut subsister.* — Il est une preuve sans réplique *que la portion extérieure et visible du soleil ne peut être ni solide ni liquide, mais seulement un corps de la nature du gaz. M. Arago a déduit cette preuve des phénomènes de coloration qu'offre la lumière polarisée... L'hypothèse de Bouguer n'est pas vraie, car la polarisation donne encore* la preuve la plus convaincante *que la lumière du soleil a partout la même intensité, soit qu'elle émane du bord, soit qu'elle émane du centre. — M. Arago a prouvé par des expériences directes, et à l'abri de toute objection, que la portion extérieure du soleil ne pouvait être ni solide, ni liquide, mais seulement gazeuse. Il a déduit cette preuve des phénomènes de coloration qu'offre la lumière polarisée. Nous donnerons aussi* la preuve la plus convaincante *que la lumière du soleil a partout la même intensité, soit au bord, soit au centre du disque. M. Arago a également déduit cette preuve des phénomènes de la polarisation, ce qui détruit l'hypothèse de Bouguer* (907).

« Or, c'est sur cette hypothèse de Bouguer, ou sur l'existence d'une atmosphère solaire qui s'étendrait au delà des orbites de Mercure et de Vénus, au delà même de l'orbe terrestre, que reposaient toutes les explications des astronomes relatives à la lumière zodiacale, *cette pierre d'achoppement contre laquelle tant de rêveries ont été se briser*, comme le dit M. Arago, et contre laquelle aussi M. Arago lui-même allait se heurter, lorsque, ne faisant plus attention à l'impossibilité de mettre la matière zodiacale *dans la dépendance immédiate et intime de la photosphère solaire*, il se préoccupait de la possibilité de l'accroissement de notre soleil en éclat, par la condensation et la réunion à sa surface de ces *parties les plus volatiles de la nébuleuse primitive*.

« Parce qu'il est juste de rendre à chacun ce qui lui appartient, nous nous empressons de reconnaître que c'est à M. Laplace qu'il était réservé de constater l'impossibilité d'une semblable réunion, de démontrer l'impossibilité de cette condensation à la surface du soleil, impossibilité non moins absolue pour cette matière zodiacale que pour la matière des planètes. Cependant c'est sur l'existence d'une atmosphère solaire extérieure, mais d'une atmosphère qui *ne peut s'étendre à l'équateur que jusqu'au point où la force centrifuge balance exactement la pesanteur*, que le même M. Laplace a fondé son système d'explication ; c'est sur cette même base que M. Laplace, dont les erreurs sur la nature du soleil et de sa lumière procèdent de cette erreur fondamentale, a élevé, en face de la *Genèse* ou contre la *Genèse*, son édifice cosmogonique ! *Non contradicas verbo veritatis ullo modo...*

« Mais ne nous occupons que des résultats obtenus, et considérons que les expériences de polarisation lumineuse établissent d'une manière incontestable et à l'abri de toute objection, que la partie extérieure du soleil est un gaz incandescent, comme l'enveloppe toute superficielle de ces sphères immenses appelées nébuleuses planétaires (908). Considérons, d'une autre part, que les calculs de M. Poisson et des notions plus précises sur la solidification des fluides aériformes, induisent à penser qu'à l'état de vapeurs a succédé, pour le soleil, un état de solidité plus ou moins parfait ; induction d'ailleurs pleinement justifiée par les observations les plus précises des astronomes. Et ainsi reconnaissons que trois méthodes différentes nous donnent ce résultat conforme, que le globe solaire est un globe solide et opaque, comme le globe terrestre, comme tous les autres globes du système planétaire.

« Maintenant donc, si la matière incandescente du soleil ne peut être ni un solide, ni un liquide ; si cette matière lumineuse est nécessairement un gaz ; si le soleil est composé d'un noyau solide et opaque environné, à une grande distance, d'une atmosphère lumineuse soutenue fort au-dessus par une atmosphère obscure intermédiaire, l'anomalie si bizarre et si choquante qu'on remarque entre le soleil et ses planètes, sous le rapport de la densité, trouve son explication dans ce nouvel ordre de choses. Nous voulons dire que cette anomalie n'a rien de réel ; qu'il devient infiniment probable que cette anomalie est purement apparente ; autre considération qui vient encore à l'appui du résultat obtenu. Expliquons notre pensée.

« Képler, par la seule force de son génie, avait conjecturé que la différence des révolutions des planètes ou de leur distance au centre commun de gravité, répondait à la différence de leur densité ; d'où il concluait que le soleil devait être le plus dense de tous les corps du système planétaire. Les planètes les plus rapprochées du centre du système sont effectivement celles qui renferment le plus de matière relativement à leur volume ; et, de tous ces corps célestes, le soleil est le seul qui s'écarte de cette loi générale. Contrairement à l'analogie qui s'observe entre toutes les planètes, l'astre cen-

(907) *Lettres sur la physiq.* 131e lettre.— M. Quételet, direct. de l'observat. de Bruxelles, *Astron. élém.*, p. 106. — M. Mutel, *Traité d'astron.* p. 124. — *Cours de Cosmograph.*, dédié à M. Poisson, p. 73.

(908) Ce rapprochement est tout à fait malheureux ; mais M. Godefroy n'avait pas encore eu connaissance des découvertes de lord Ross. (Jéh. St-Cl.)

tral aurait moins de densité que la plupart de ses planètes ; sa densité ne serait à peu près que le quart de la densité de la terre, ou à peine égale à la densité de Jupiter si éloigné du centre d'attraction. Ceci ne s'accorde guère avec ce que l'on sait au sujet des lois de la pesanteur, qui tendent à précipiter vers le centre de gravité les parties les plus pesantes de la matière, et au sujet de la cause qui a donné aux couches de notre globe des densités croissantes de la surface au centre.

« Dans les différents systèmes qui partagent aujourd'hui les savants, on admet que le soleil et toutes les planètes n'ont formé, dans l'origine, qu'une seule et même masse. Il est donc naturel de penser que les matières les plus pesantes ont constitué le corps central, le corps qui occupe le centre de gravité de toutes la masse. L'anomalie serait ici d'autant plus extraordinaire, que la loi si constamment et si uniformément suivie dans toute la nature s'observe dans la constitution de toutes les planètes, qui ont plus de densité à mesure qu'elles sont plus rapprochées du centre de la pesanteur. Une si étrange bizarrerie, qui viendrait rompre ainsi le fil de toutes les analogies, ne nous force-t-elle pas à admettre que cet écart de la nature n'a aucune réalité, et que son apparence procède d'une erreur inévitable de la part des astronomes (909) ?

« Dans la détermination du volume et de la masse du soleil, les astronomes ont compris et ont été obligés de comprendre son atmosphère obscure ou diaphane, et son atmosphère lumineuse : c'est-à-dire son atmosphère, sa véritable atmosphère, et son disque lumineux. Mais connaissons-nous toute la profondeur de cette atmosphère ? Savons-nous si cette atmosphère qui supporte ce disque gazeux et incandescent n'a pas un volume dix fois, cent fois même plus considérable que le noyau solide ? Que le volume de ce noyau ne soit que le dixième du volume *total*, la densité du corps du soleil ou de son noyau solide sera à peu près égale à celle de Mercure, la plus dense de toutes les planètes, et son volume sera encore environ cent fois plus considérable que le volume de Jupiter, la plus grosse de toutes ces planètes.

« Cette immense atmosphère n'a rien qui puisse nous surprendre. La lune, satellite de la terre, comme la terre est satellite du soleil, n'a qu'une atmosphère insensible, tout à fait imperceptible. Son atmosphère n'est certainement pas la millionième partie de l'atmosphère terrestre. Faisons notre calcul, et n'oublions pas de faire entrer dans les éléments de ce calcul la prodigieuse supériorité du volume et de la masse du soleil sur le volume et la masse de la terre, comparés au volume et à la masse de la lune, et nous trouverons que le volume de l'atmosphère solaire doit l'emporter de beaucoup sur le volume du globe central. Remarquons en outre que la terre a plus de densité que son satellite, ce qui est entièrement conforme aux principes que nous invoquons ; que la méthode inductive qui sert de règle aux sciences naturelles est encore ici tout en faveur d'une hypothèse, d'ailleurs si plausible et si simple, qu'il est surprenant qu'elle n'ait point encore été proposée.

« Au reste, si la masse *totale* et le volume *total* du soleil sont exactement connus, il est positif que la science n'a aucune donnée acquise sur la masse et la densité du noyau central, du corps même du soleil. Dans son Mémoire sur la chaleur solaire, lu à l'Académie des sciences dans la séance du 18 juin 1838, M. Pouillet avait fait intervenir dans ses opérations la masse et la densité *du corps même du soleil*. M. Arago s'est empressé de rappeler à l'Académie que les observations astronomiques les plus exactes et les plus rigoureuses ne permettent plus de considérer cet astre autrement que comme un noyau noir enveloppé d'une atmosphère transparente, puis d'une atmosphère lumineuse ; il s'est empressé de rappeler que les taches obscures que l'on remarque à sa surface ne peuvent être autre chose que des espèces de vides dans l'atmosphère lumineuse, à travers lesquels on aperçoit la masse noire située au centre ; mais que, *quant au volume de cette masse et à sa densité, la science reste à cet égard dans une ignorance absolue.*

« Nous n'insisterons pas davantage sur les données que nous fournirait encore l'analogie pour établir que le soleil, si supérieur à la terre en masse et en volume, doit lui être également supérieur sous le rapport de la densité. La question de la densité plus ou moins grande du corps du soleil n'est plus pour nous que d'une importance secondaire. Il nous suffit de savoir que le soleil est un globe obscur et opaque, et surtout que toute sa lumière est confinée dans les plus hautes régions de son atmosphère et aux extrêmes limites de cette atmosphère ; il nous suffit de savoir que le soleil n'a point d'atmosphère au delà de la matière lumineuse, parce qu'alors nous acquérons la certitude physique que la terre et les planètes n'ont pas été formées aux limites successives de cette atmosphère ; que le soleil n'a point de rang de primordialité dans la création ; que la formation du *grand luminaire* n'a pas précédé la formation de la terre ; et que par con-

(909) Voici l'hypothèse de M. Godefroy fort contrariée par la différence des densités entre le soleil et les planètes. La densité de la terre étant 1, celle du soleil n'est que 0,2545, celle de Mercure 2,782, de Vénus 0,9454, de la lune 0,615, de Mars 0,1295, de Jupiter 0,2589, de Saturne 0,1016, d'Uranus 0,2797. On voit que M. Godefroy se trompe en affirmant que les planètes ont plus de densité à mesure qu'elles sont plus rapprochées du soleil : Uranus a plus de densité que Jupiter qui est beaucoup plus près du soleil ; il en est de même de la terre par rapport à Vénus. Il est bien commode de supposer une *erreur*, il est moins facile de la montrer.

On sait que les densités des corps sont proportionnelles à leurs masses, divisées par leurs volumes. (Jéh. de St-Cl.)

séquent la terre et toutes les planètes sont des portions de la même masse moléculaire successivement abandonnées dans le plan d'un équateur universel, à mesure que cette masse génératrice se resserrait et se condensait au sein d'une sphère unique circonscrite par une enveloppe lumineuse (910).

« M. Laplace est allé se perdre dans les profondeurs du ciel étoilé pour chercher une base à sa théorie cosmogonique, quand les nébuleuses *planétaires* lui offraient le type le plus parfait de notre système. Ces objets astronomiques, qui atteignent des dimensions si énormes, étaient bien plus propres que toutes ces nébulosités douteuses à nous représenter l'état primitif du système planéto-solaire. Leurs dimensions peut-être égales à celles de la sphère d'activité du soleil, leur forme sphérique, leur lumière toute superficielle maintenue à des milliards de lieues du centre de gravité, toutes ces circonstances si remarquables ne nous indiquent-elles pas que telle devait être l'agglomération de la masse moléculaire; que c'est sous cette forme que devait apparaître la conglomération des éléments du système planéto-solaire, alors qu'il ne composait encore qu'une seule et même masse? En envisageant la masse génératrice de tous les corps de notre système sous ce nouveau point de vue que nous offre l'astronomie, on comprend comment il est arrivé que l'existence de la lumière a précédé, dans l'ordre de la création, l'existence de la terre et du soleil, comme nous l'apprend l'historien de cette création; et, si on rapproche cette manifestation de l'astronomie des données acquises sur la nature de la constitution physique du soleil, on comprend encore que le plus savant cosmogoniste du XIX^e^ siècle ne s'est égaré, que parce qu'il n'a pas consulté un historien qui écrivait avant qu'il y eût une géométrie, une physique, une astronomie (911).

« Pour nous, qui ne voyons la vérité que dans l'accord des faits scientifiques avec les faits révélés, et qui demeurons convaincu que sans cet accord la science n'est plus qu'un abîme où l'homme se perd, nous nous étayons tout à la fois de l'autorité de nos astronomes et de nos physiciens, et de l'autorité de l'auteur inspiré de la *Genèse*, pour proclamer que la lumière a existé avant la formation du soleil et des planètes; et, au lieu de faire sortir la terre et les autres planètes d'une atmosphère qui s'étendrait au delà de la matière lumineuse, au delà du disque solaire, nous nous emparons des résultats que nous présentent les phénomènes des nébuleuses planétaires et des acquis scientifiques sur la nature du soleil, pour attribuer la formation des planètes et du soleil lui-même à la condensation de la matière élémentaire au sein d'une atmosphère immense circonscrite par une enveloppe lumineuse

« Dans cet ordre de choses, l'organisation de la terre et des autres planètes a nécessairement précédé celle du soleil. En effet, le soleil, la terre et toutes les planètes passèrent de l'état de vapeurs à l'état solide, ou, si l'on veut, de l'état de vapeurs à l'état pâteux ou liquide d'abord, puis à l'état solide dans une plus ou moins grande partie de la masse, état qui fut soumis à l'influence d'une haute température en raison de la quantité de matière, ou en raison de l'étendue de la surface liquéfiée, puis solidifiée. Or, nécessairement, la durée de cette transformation fut d'autant plus longue que la masse en vapeurs était plus considérable; et, pour chacun de ces globes, cette époque de transition ne peut se terminer que quand la déperdition du calorique ou de la chaleur d'origine eut été assez avancée pour permettre à l'atmosphère de se resserrer et de se condenser à la surface du noyau central. Pour ne parler ici que de notre planète, dont la masse est à peine égale à la 350 millième partie de la masse totale du soleil, on conçoit que son organisation définitive dut être parfaite longtemps avant que les couches supérieures de l'atmosphère solaire eussent cessé de comprendre dans leurs dimensions l'orbite terrestre tout entière (912).

« Maintenant, le noyau du soleil serait-il un globe de feu? Ce corps central, auquel une atmosphère lumineuse sert d'enveloppe, serait-il en état de liquéfaction? cette hypothèse entièrement gratuite et qu'on ne saurait appuyer sur aucune observation exacte serait-elle justifiée et constatée, que la théorie génésiaque n'en recevrait aucune atteinte. Pour que la vérité révélée demeure dans toute son intégrité, il suffit que l'organisation du *grand luminaire* n'ait point précédé l'organisation du globe terrestre; il suffit surtout que ce foyer de toutes les orbites ne soit pas la substance lumineuse qui nous éclaire; il suffit que la lumière qui fait la distinction du jour et de la nuit ne procède pas de ce globe ou noyau central. Or, indépendamment du phénomène des taches, nous avons vu que tous les phénomènes de coloration et de polarisation concordent à démontrer que la propriété lumineuse du soleil est toute dans son atmosphère, et aux dernières limites de cette atmosphère. Nous pouvons ajouter aujourd'hui que des expériences directes établissent que le corps du soleil, fût-il un globe de feu, un globe en ignition, ce globe serait encore un globe obscur et absolument invisible. *Les flammes les plus vives disparaissent; et les corps solides dans l'état d'ignition le plus intense ne paraissent*

(910) Voilà bien ce que réclame votre hypothèse, mais que vaut votre hypothèse? nous l'avons vu à l'article GODEFROY, etc. (JÉH. DE S^t^-CL.)

(911) Ah! voilà bien le tort de Laplace, du grand géomètre; il n'a point *consulté* Moïse qui lui aurait dit toutes les choses si curieuses et si neuves qu'il a dites à M. Godefroy mieux avisé, telles que la *masse génératrice de tous les corps de notre système*, etc. (*Voy.* à l'article GODEFROY tout ce que cet auteur a trouvé dans la *Genèse*.) (JÉH. DE S^t^-CL.)

(912) Il y aurait bien ici quelques centaines de questions à adresser à l'auteur, mais pourquoi troubler ses rêves si candides sur la fabrication du monde? L'hypothèse a ses séductions. (JÉH. DE S^t^-CL.)

plus que des taches noires sur le disque du soleil, quand on les interpose entre ce disque et l'œil. Il suit de cette remarque que le corps du soleil, bien qu'il nous paraisse obscur quand il est vu à travers les taches, peut être néanmoins dans un état d'ignition très-intense ; *mais il ne s'en suit pas qu'il doive y être*, s'empresse d'ajouter le savant astronome dont nous rapportons ici les expressions. *Un pouvoir réflecteur absolu dans le dais nébuleux qui le recouvre peut le protéger contre le rayonnement de la lumière émanée des hautes régions de son atmosphère; et on ne peut douter que la couche nébuleuse qui produit la pénombre ne jouisse effectivement à un haut degré de la propriété de réfléchir la lumière, d'après le fait de sa visibilité dans une semblable situation* (913).

« Dans la pensée du successeur du grand Herschell, cet état *purement possible* d'ignition du corps obscur du soleil aurait pour cause le rayonnement de la chaleur émanée des hautes régions de son atmosphère. Cet état serait donc particulier au soleil, et ne prouverait rien pour l'état primitif de ses planètes. Dira-t-on que cet état purement possible d'ignition du globe solaire peut être attribué à une tout autre cause : que cet état a pu succéder à l'état de vapeurs ? Alors il faudra dire la même chose de toutes les planètes; et, dans cette supposition extrême, le globe solaire, si sa surface était encore en feu, ne serait pas aussi avancé que le nôtre, et par conséquent il serait au moins possible encore que la formation de la terre eût précédé la formation de l'astre destiné à faire et à régler les jours et les années, les temps et les saisons.

« Dans cette hypothèse donc, dans l'hypothèse de la liquéfaction du corps central et obscur du soleil, on comprendrait encore, puisque la propriété lumineuse du soleil est toute dans son atmosphère supérieure, et puisque, si son noyau incandescent était perceptible à nos yeux, ce ne serait que pour tacher et obscurcir la lumière éclatante de son enveloppe sidérale (914), on comprendrait encore, dans cette hypothèse, que la lumière eût remplacé les ténèbres sur la face de l'abîme dès le premier jour de la création, et que la terre fût sortie du sein de la lumière avant qu'il y eût *un grand luminaire pour faire la distinction du jour et de la nuit.*

« Mais il ne suffit plus de dire que cette hypothèse est une hypothèse entièrement gratuite et qu'on ne saurait appuyer sur aucune observation exacte. Aujourd'hui qu'il est reconnu qu'une atmosphère intermédiaire sépare le noyau central du soleil de son auréole lumineuse, il faudrait de toute nécessité que les fauteurs d'une pareille opinion se décidassent à placer cette atmosphère obscure *entre deux feux*, on nous pardonnera cette expression ; il faudrait qu'ils se décidassent à placer cette atmosphère sombre et obscure au-dessous d'une éclatante voûte de lumière sidérale, et au-dessus d'une mer de feu, au-dessus d'un océan de matière en fusion.

« Si, comme on n'en peut douter, cette atmosphère intermédiaire croît en densité dans le même sens que l'atmosphère terrestre ; si on ne peut douter que la couche inférieure de cette atmosphère intermédiaire, qui flotte *à un niveau considérablement plus bas* que les couches voisines de l'enveloppe sidérale, ne jouisse *à un haut degré* de la propriété de réfléchir la lumière émanée de ces hautes régions, il n'est pas possible d'admettre que cette couche inférieure, aussi prodigieusement condensée, repose elle-même sur la plus énorme masse de feu qu'il soit possible d'imaginer.

« Remarquons encore que c'est l'existence de cette atmosphère croissant rapidement en densité et jouissant à un très-haut degré de la propriété de réfléchir la lumière, qui a fait penser à Herschell et à la plupart des astronomes que le globe solaire, maintenu ainsi à une distance considérable de la partie incandescente, est habitable et probablement habité. A cette objection que ses habitants auraient besoin d'une plus grande énergie musculaire que nous pour vaincre le désavantage de leur poids, ils répondent qu'il n'y aurait pas sous ce rapport plus de différence entre eux et nous, qu'il n'y en a sous celui de la force musculaire entre les individus avec lesquels ou au milieu desquels nous vivons. Car cette considération est la principale, sinon l'unique objection que le savant Young et quelques autres ont opposée à cette idée conjecturale des astronomes.

« Enfin, pour ne laisser aucun espoir à l'esprit de contradiction, produisons le programme promulgué en 1846, à l'occasion d'une discussion solennelle sur un point théorique qui appellera bientôt toute notre attention :

« *D'après l'état actuel des connaissances astronomiques, le soleil se compose, 1° d'un globe central à peu près obscur ; 2° d'une immense couche de nuages qui est suspendue à une certaine distance de ce globe, et l'enveloppe de toutes parts; 3° et d'une photosphère, en d'autres termes, d'une sphère resplendissante qui enveloppe la couche nuageuse, comme celle-ci, à son tour, enveloppe le noyau obscur... La première enveloppe nuageuse et la photosphère dont elle est recouverte, éprouvent quelquefois des déchirements nombreux, et permettent de voir à nu le corps obscur central : le soleil paraît alors parsemé de taches noires* (915).

« Lorsque Buffon faisait jaillir la terre et toutes les planètes de la masse liquide et incandescente du soleil, on était loin de soupçonner que le globe solaire ne fût pas le corps lumineux que nous voyons ; on

(913) Sir John Herschell, *op. cit.*, p. 246, 247.

(914) Les expériences photométriques de Leslie ont prouvé qu'un pouce de la substance sidérale du soleil, transporté à la surface de la terre éclaire-rait autant que douze mille bougies.

(915) *Ann.* 1846. Notice sur l'éclipse du 8 juillet 1842.

était loin surtout d'imaginer que ce globe fût environné d'une atmosphère semblable à l'atmosphère terrestre et que le fluide lumineux fût tout entier relégué aux extrêmes limites de cette atmosphère. Si cette grande découverte, mise dans tout son jour par les expériences toutes récentes de nos physiciens, eût été connue de l'illustre naturaliste, il se serait bien gardé sans doute de faire du soleil un globe en état de liquéfaction, et de faire de la terre et des autres planètes, à l'exemple de Descartes et de Leibnitz, des soleils éteints, des globes lumineux encroûtés, des globes *ressemblant parfaitement*, dans l'origine, *à notre soleil*. Ce que nous disons ici de Buffon, nous pouvons et nous devons le dire de l'illustre auteur de la *Mécanique céleste*, de M. Laplace; car les expériences de polarisation lumineuse si décisives en cette matière, ou du moins leur application à la lumière solaire, sont elles-mêmes postérieures à la publication de la haute théorie que nous combattons dans ce qu'elle a de contraire à la vérité révélée.

« M. Laplace pose en fait que la matière du soleil est en état de liquéfaction; il pose en fait qu'au-dessus de cette énorme masse de feu, qu'au-dessus de cet océan de matière lumineuse, s'élève *l'atmosphère solaire fluide rare, transparent, compressible et élastique, qui ne s'étend pas jusqu'à l'orbe de Mercure*, parce qu'il *ne peut s'étendre que jusqu'au point où la force centrifuge balance exactement la pesanteur*. Dans les principes de M. Laplace, c'est le noyau central qui est lumineux, c'est le corps même du soleil que nous voyons; et dans les conclusions unanimement déduites de toutes les expériences et observations de nos astronomes et de nos physiciens, ce corps du soleil est un corps ténébreux, l'atmosphère qui l'environne est elle-même comprise tout entière sous une enveloppe gazeuse incandescente, qui seule jouit de cette merveilleuse propriété de nous distribuer la chaleur et la lumière; et le noyau solaire, fût-il liquide et dans l'état d'ignition le plus intense, serait encore à jamais invisible pour nous, et son existence ne nous serait révélée que par le contraste d'une obscurité complète à côté d'une vive lumière. Pour tout dire en un mot, d'après M. Laplace, la terre et toutes les planètes ont été formées aux limites successives de l'atmosphère du noyau lumineux et incandescent du soleil; et, d'après tous nos astronomes et tous nos physiciens, le soleil n'a point d'atmosphère au delà de la matière lumineuse.

« Cette supposition d'une atmosphère immense qui s'étendrait encore aujourd'hui à plusieurs millions de lieues au delà de la matière lumineuse, au delà du noyau incandescent du soleil, est la base fondamentale de ce nouveau système. Cette conjecture, si souverainement infirmée par l'observation, est le pivot sur lequel roulent toutes les explications du savant cosmogoniste. Ainsi, l'objection tirée de l'existence du fluide lumineux dans les plus hautes régions de l'atmosphère solaire et aux extrêmes limites de cette atmosphère, cette objection est encore plus décisive ici que contre tous les autres systèmes à effluxions solaires.

« Cependant cette théorie du grand géomètre nous offre une explication si satisfaisante et si rationnelle de la mystérieuse similitude de tous les phénomènes du système planétaire, que nous avons dû chercher à lui donner une base en harmonie avec les hautes manifestations de la sagesse humaine, et par conséquent avec les révélations de la Sagesse divine (916). »

SOLEIL, *son rôle dans la création primitive.* — *Voy.* GODEFROY, MÉRAY.

SOLIDIFICATION DES PLANETES. *Voy.* PLANÈTES.

SOLIPÈDES. *Voy.* MAMMIFÈRES.

SOULÈVEMENTS DU FOND DE LA MER, *leur influence sur la distribution des animaux marins et des débris organiques.* — *Voy.* ANIMAUX MARINS.

SOURCES. — L'eau étant nécessaire pour l'entretien de la vie, soit chez les animaux, soit chez les végétaux, les arrangements de l'écorce terrestre, qui ont pour but la distribution de ce liquide nécessaire dans un rapport exact avec les besoins qu'il doit satisfaire, ajouteront de nouveaux appuis aux preuves de l'existence d'un plan général, qui nous ont été fournies par l'étude de la condition actuelle de notre globe, et de ses relations avec les créatures organisées qui vivent à sa surface.

Comme près des trois quarts de la surface terrestre sont recouverts par la mer, tandis que la partie émergée est dans un besoin d'eau continuel pour l'entretien des animaux comme des végétaux, les moyens qui ont été employés pour mettre la distribution des eaux en rapport avec des besoins aussi étendus ne peuvent manquer d'avoir une place importante parmi les mécanismes les plus beaux et les plus harmonieux de notre globe terrestre.

Un grand conduit existe entre la surface de la mer et celle de la terre; c'est l'atmosphère, par le moyen de laquelle s'effectue un transport continuel de l'eau douce extraite d'un océan d'eau salée par les procédés de l'évaporation.

En vertu de ce procédé, l'eau monte sans cesse sous forme de vapeur, et redescend sous forme de rosée ou de pluie

De cette eau, qui arrose ainsi la surface de notre globe, une petite portion seulement retourne directement à la mer, aux *époques des inondations*, en suivant le cours des rivières (917).

(916) Vous avez tenté l'impossible, et Moïse et la science repoussent également vos hypothèses. (JÉH.)

(917) M. Arago fait voir qu'un tiers seulement de l'eau qui tombe sous forme de pluie dans le bassin de la Seine est reporté à la mer par cette rivière. Les deux autres tiers remontent dans l'atmosphère par évaporation, ou servent à l'entretien de la vie animale ou végétale, ou se fraient une route vers la

Une seconde portion est absorbée sous forme de vapeur par l'atmosphère.

Une troisième entre dans la composition des corps organisés animaux et végétaux.

Une quatrième pénètre dans les couches, et s'accumule dans leurs interstices, pour y former des réservoirs et des nappes d'eau souterraines ; et ce sont ces amas d'eau qui, en allant se déverser graduellement à la surface de la terre sous la forme de sources perpétuelles, constituent l'*alimentation ordinaire* des rivières.

A peine sortie de terre, l'eau des sources reprend son chemin vers la mer ; elle s'échappe en de petits filets qui vont se grossissant sans cesse et formant des ruisseaux, des rivières et des fleuves, qui, après un cours plus ou moins long, se jettent dans des golfes où leurs eaux se mêlent à celles de l'Océan d'où elles étaient parties. Elles y demeurent, prenant part à toutes ses fonctions, jusqu'à ce qu'elles soient reportées par évaporation dans l'atmosphère, pour y parcourir de nouveau le même cercle de circulation perpétuelle.

Il n'appartient pas au géologue d'exposer comment l'atmosphère remplit cette fonction si importante dans l'économie de notre globe. Nous devons nous en tenir à considérer par quels arrangements mécaniques les matériaux solides du globe concourent avec l'atmosphère pour effectuer la circulation de ce fluide, de tous le plus important.

Les couches offrent dans leur disposition deux circonstances qui ont une grande influence sur la réunion des eaux souterraines en des masses qui se déversent ensuite régulièrement au dehors sous forme de sources. La première consiste dans l'alternance qui s'observe de lits poreux de sable et de grès avec des couches argileuses imperméables ; et la seconde dans les *dislocations* qu'ont subies ces couches, et qui y ont produit les fractures et les failles.

Le mode le plus simple suivant lequel les eaux puissent être rassemblées à l'intérieur de la terre, a lieu dans des lits superficiels de gravier reposant sur une couche d'argile. La pluie qui tombe sur un lit de gravier s'infiltre à travers les interstices, et va se réunir dans la partie inférieure en une nappe souterraine où l'on conduit facilement des puits qui ne tarissent que rarement, et seulement dans les saisons d'une grande sécheresse. Les accumulations d'eau de cette nature se déversent au dehors par des sources situées sur les limites les plus basses de chaque lit de gravier.

Le même phénomène se passe dans presque toutes les couches perméables superposées à un lit d'argile ou de toute autre substance imperméable. L'eau de pluie descend et s'accumule dans les régions basses de chaque couche poreuse située au-dessus de l'argile, et s'écoule au dehors de la même manière par des sources perpétuelles. Ainsi l'alternance de lits poreux avec des lits imperméables, si commune dans l'ensemble de la série des roches stratifiées, joue un rôle de la plus haute importance dans l'hydraulique du globe ; c'est à cette disposition, en effet, qu'est dû le système universel de réservoirs naturels que nous voyons se déverser à la surface du sol en des sources, et répandre l'abondance et la fertilité dans les vallées circonvoisines.

Les *failles* ou fractures qui traversent ces couches facilitent encore l'épanchement des eaux au dehors de ces réservoirs, et multiplient les points par où cet épanchement a lieu (918).

Il existe deux systèmes de sources qui doivent leur origine à l'existence des failles ; l'un est alimenté par des eaux qui *descendent* des portions plus élevées des couches adjacentes à la faille, laquelle ne fait que les intercepter dans la route qu'elles suivent, et les reporter à la surface sous forme de sources perpétuelles. L'autre système est alimenté par des eaux qui *s'élèvent* de bas en haut par l'effet d'une pression hydrostatique de la même manière que dans les puits artésiens, et qui proviennent des couches qui n'ont leur contact avec la faille qu'à une profondeur souvent très-grande. L'eau se trouve conduite à cette profondeur soit par filtration à travers des pores et des crevasses, ou par de petits canaux souterrains pratiqués dans ces couches, et qui partent de régions éloignées plus hautes d'où l'eau descend jusqu'à ce que la course soit arrêtée par la rencontre de la faille.

Outre les avantages qui résultent, pour tout l'ensemble de la création animale, de ces dispositions dans la structure du globe, ayant pour but de multiplier presque jusqu'à l'infini les conduits d'eau qui viennent en arroser la surface, il en est d'autres qui ne sont pas d'une moindre importance pour l'espèce humaine, et qui consistent dans la facilité que lui offrent ces dispositions de se procurer des puits *artificiels* sur tous les points de la surface où elle trouve avantageux de se créer une demeure.

Les causes qui font arriver l'eau dans les puits artificiels ordinaires sont les mêmes qui en déterminent la sortie au dehors par les ouvertures naturelles où les sources prennent par des conduits souterrains. — *Annuaire* pour l'année 1835.

(918) D'après M. Townsend, dans son chapitre sur les sources, il y en a six systèmes distincts dans la contrée qui environne Bath, prenant chacun leur origine dans une nappe régulière correspondante d'eaux souterraines qui se sont infiltrées à travers le sable ou d'autres terrains poreux, et qui sont retenues par le lit d'argile sous-jacent. Parmi ces systèmes il en est un qui se déverse au dehors dans la direction suivant laquelle les couches sont inclinées, tandis qu'un autre est produit par la dislocation des couches, et se fraie un chemin à l'extérieur à travers les fissures qui les déchirent.

Suivant M. Hopkins (*Phil. mag.*, août 1834, p. 141), les grandes sources qui sortent du district calcaire du comté de Derby se trouvent en rapport avec de grandes failles. — « C'est une règle, dit cet auteur, à laquelle je ne connais pas une seule exception, que partout où j'ai observé une source puissante, j'ai reconnu par d'autres preuves l'existence de quelque grande faille. »

nent leur origine. Mais comme ce double résultat sera rendu beaucoup plus intelligible par l'étude des causes qui déterminent l'ascension remarquable des eaux jusqu'à la surface, où même leur jaillissement à une certaine hauteur, dans ces perforations que l'on désigne sous le nom de *puits artésiens*, nous nous instruirons davantage en dirigeant notre attention vers l'histoire de ces derniers. *Voy.* PUITS ARTÉSIENS

SQUALES. *Voy.* POISSONS.

STENON. *Voy.* GÉOLOGIE

STRABON, *sa théorie des soulèvements.* — *Voy.* GÉOLOGIE.

SUBAPENNIN (ÉTAGE) — Le quatrième de l'époque tertiaire et le 27e de la série totale des terrains. C'est l'époque de la première apparition des oiseaux coureurs et des insectes myriapodes; des genres *callithrix*, *dasypus*, *equus*, *bos*, *vultur*, *aquila*, *picus*, *gallus*, *ophis*, etc. C'est le règne des mammifères pachydermes et édentés; des genres *toxodon*, *mastodon*, *sus*, *rhinoceros*, *tapirus*, *elephas*, *hippopotamus*, *andrias*, etc.

Nom dérivé des collines subapennines (Italie).

Ce sont les *terrains tertiaires supérieurs* de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont; le *dépôt tritonien clysmien* de M. Huot; le *limon antédiluvien* de Marcel de Serres; le *terrain pampéen* de d'Orbigny; l'*ancien pliocène* de M. Lyell.

Type marin français à Thuir, aux environs de Perpignan; *type terrestre*, presque toutes les cavernes et les dépôts superficiels.

Extension géographique. — A côté de cette immense extension que nous avons citée, en France, à chaque étage, nous ne trouvons plus, pour celui-ci, en dépôts marins, qu'un seul lambeau dans la Manche, où MM. Hébert et Deslongchamps l'ont signalé, au Bosc-d'Aubigny, entre Saint-Lô et Le Perrier; et un second dans les Pyrénées-Orientales, où, lorsque des coupes naturelles produites par les cours d'eau, permettent d'apercevoir l'étage sous les alluvions, on le voit dans la vallée du Tech, au Bouton, à Trouilles, à Banyuls-dels-Aspres; dans la vallée du Tet, à Neffiach, à Millas, à Thuir; dans la vallée de l'Agly, à Estagel; et peut-être sur quelques autres points situés plus au nord, mais sur lesquels nous n'avons pas de certitude comme dépôts marins. M. Marcel de Serres a trouvé les mêmes dépôts aux environs de Montpellier (Hérault). La continuité du même bassin marin se voit en Espagne, à Figuières, et sur une grande surface de la côte, au sud, à Bascara, et jusqu'à Barcelone; peut-être l'étage existe-t-il à Séville, à Alabama et à Baza, dans le royaume de Grenade.

Les plus vastes dépôts marins, connus de cette époque, commencent en Piémont, près de Coni et de Mondovi, et couvrent toute la province d'Asti; de là ils s'étendent jusqu'à l'Adriatique et le Monte-Leone, en Calabre, ou sur plus de 225 lieues de longueur, des deux côtés de la chaîne des Apennins. Les principales localités sont, en Piémont, l'Asiezan, Castiglione; en Toscane, Torrita, entre Florence et Poggibonsi, Savignone, Sienne, Monte-Pelegrino, Volterre; dans le duché de Parme, Plaisance, Castel-Arcuato, Medsano, Vigolano, Borgone; dans le royaume de Naples, les environs d'Otrante, de Reggio, le Monte-Leone, en Calabre; en Sicile, Syracuse, Trapani, les environs de Palerme et le cap Safran, près de Messine; dans les États de l'Eglise, Monte-Mario, près de Rome, Sinigaglia. C'est surtout en Morée, que MM. Boblaye et Virlet en ont reconnu d'immenses surfaces; il forme, en effet, une ceinture autour de ce pays, indépendamment de nombreux lambeaux. Il constitue les isthmes de Corinthe et de Mégare, le golfe de l'Attique, la presqu'île de Methana; dans le Pirée, en Messénie, Modon, Navarin, Sparte; dans la Basse-Messine, l'Élide et l'Argolide, etc. Ce même âge paraît aussi exister en Algérie.

D'après le nombre considérable d'espèces de foraminifères trouvées aux environs de Vienne en Autriche, et principalement à Korod, à Nussdorf et à Baden, et qui paraissent être tout à fait identiques à celles de Sienne, nous ne devons pas douter que, sur l'étage falunien, il ne se trouve des dépôts marins subapennins. Il est probable qu'il en est de même à Cassel (Hesse). Nous pouvons encore croire que le même fait existe pour la partie supérieure du craq de Suffolk, que M. Lyell désigne comme *lits à mammifères*. Cette époque est aussi très-développée en Galicie. On la retrouve en Crimée, sur les bords de la mer Noire, sur les bords occidentaux de la mer Rouge, entre Suez et Kosseir. Dans l'Amérique septentrionale, une lisière parallèle à l'Océan, paraît exister dans les Florides, l'Alabama et la Louisiane. On en voit, aussi, suivant M. Hardie, dans l'île de Java.

Si, en France, les dépôts marins des mers subapennines sont rares, il n'en est pas ainsi des dépôts terrestres ou des alluvions, qu'on peut rapporter à cette même époque. La superposition, autant que les mammifères, que ces dépôts renferment, ne laissent pas de doutes à cet égard. Avec les savants auteurs de la carte géologique de France, nous y rapportons, en effet, les sables supérieurs, quelquefois avec des dents de mastodontes, qui couvrent tous les dépôts faluniens du grand bassin pyrénéen, depuis Bordeaux jusqu'à Dax, les dépôts de la Bresse, le remplissage des grottes et des cavernes par des limons rouges à ossements, et notamment les cavernes d'Arcy (Yonne), où M. de Bonnard a découvert des restes d'hippopotames; les cavernes d'Echenoz, de Vanon, près de Vesoul (Haute-Saône) avec éléphants; les cavernes de l'Hommaise (Vienne). Étudiées par M. Mauduyt, la caverne dite grotte d'Osselle, à une lieue de Guingey (Doubs), où M. Gevril a recueilli une si grande quantité d'ossements d'ours; les fameuses cavernes de Lunel-Viel, près de Montpellier (Hérault); celles de l'Isère, de l'Ardèche, et une infinité d'autres qu'il serait trop long d'énumérer ici. Nous regardons encore comme de la

même époque les brèches a ossements des environs de Pons (Charente-Inférieure); les dépôts si remarquables de l'Auvergne, aux environs d'Issoire, de Cussac et de Polignac (Haute-Loire), étudiées par MM. Croizet, Deleyser et Bravard.

Hors de France, les dépôts terrestres de cette époque sont très-nombreux, et nous en citerons quelques-uns; en Angleterre, la caverne de Kirkdale, où M. Buckland a recueilli beaucoup de restes de grands pachydermes; les cavernes de Chockier, en Belgique, de Gailenreuth, en Bavière; peut-être les brèches osseuses de Sicile, à San-Ciro, les brèches terrestres de Cagliari, en Sardaigne; les dépôts d'eau douce de Stenheim, d'Ulm, de Berg, près de Stuttgart; les curieux dépôts lacustres de Stein, à une lieue d'Olmingen (Suisse), où a été recueillie cette fameuse salamandre, citée pendant longtemps comme un squelette humain; ceux de Saint-Gall, près d'Uznach, de Delemont. Des dépôts d'alluvions limoneux contenant surtout un grand nombre de restes de l'*elephas primigenius*, se trouvent à Vorobieff, près de Moscou, sur toutes les rivières de ces contrées, et sur une grande partie de la Russie; sur les bords du lac Pereslavl, sur l'Oca, l'Istre, le Volga, la Moscova; principalement en Sibérie, jusqu'aux bords de la mer Glaciale, où a été trouvé le fameux mammouth gelé avec ses chairs et sa peau; les îles près des bouches de la Lena et de Lindig-Hirka. M. Viquenel les a rencontrés dans la Turquie d'Europe, principalement dans la plaine de Preslina, en Mésie, et dans celle de Varpar, en Macédoine. Dans l'Inde, on les cite sur la rive gauche de l'Iraouaddi, au 20e degré.

En Amérique, ces dépôts terrestres sont également très-développés; on les a vus aux États-Unis, à Poplar (New-Jersey), dans l'État de New-York, dans le Kentuchy, sur les bords du Mississipi. Nous avons pu étudier, dans l'Amérique méridionale, dit M. d'Orbigny, des dépôts limoneux gigantesques, contenant seulement des mammifères fossiles; dépôts que nous avons désignés comme *argile pampéenne*. Ils couvrent depuis la Bajada, province d'Entre-Rios, république Argentine, jusqu'à Bahia-Blanca, frontières de Patagonie, et depuis les environs de Maldonado et de Montevideo, dans la république de l'Uruguay, jusqu'au Rio-Quinto, c'est-à-dire sur une surface arrondie, vers le sud, qui a 38 degrés carrés de superficie, ou plus de 23,000 lieues carrées d'étendue. Dans la province de Chiquitos (Bolivia), ces mêmes dépôts offrent de grandes surfaces, à l'est surtout, et entre Santa-Cruz de la Sierra et Moxos; on les voit sur une vaste étendue de la province de Moxos, dans les plaines centrales du continent américain, où ils couvrent une superficie presque aussi grande que dans les Pampas. Ce dépôt remplit encore la vallée de Tarija, les plateaux de Cochabamba, et surtout le grand plateau bolivien, long de quelques degrés et élevé de 4,000 mètres au-dessus des océans.

Stratification. — Tous les géologues sont d'accord sur la position stratigraphique de l'étage subapennin; en effet, on trouve les dépôts marins, immédiatement superposés à l'étage falunien, dans une partie du Piémont. Il en est de même aux environs de Montpellier, à Vienne en Autriche, et peut-être à Cassel. D'un autre côté, les sables d'alluvions anciennes des Landes, qui ne contiennent que des débris terrestres, reposent également sur les couches marines de la période falunienne. M. d'Orbigny a trouvé la même superposition aux surfaces immenses du limon terrestre des Pampas, de Buénos-Ayres. Nous croyons donc qu'il ne peut exister de doutes pour personne sur la succession régulière et chronologique de l'étage subapennin après l'étage falunien.

Discordances. — Voyons maintenant les caractères stratigraphiques différentiels de cet étage avec les époques antérieures et postérieures. A l'étage précédent, nous avons donné les limites stratigraphiques qui existent entre l'étage falunien et celui-ci, limites d'une grande valeur. Pour les limites supérieures de l'étage subapennin, elles sont reconnues par tous les géologues; d'abord, M. Elie de Beaumont place, entre cette époque et l'époque actuelle, la dislocation des Alpes, qu'il désigne comme son *système de la chaîne principale des Alpes*, dont la direction est de l'O. 16° S. à l'E. 16° N. Nous regardons encore comme s'étant opérée à cette époque, la dernière surélévation de la Cordillère des Andes, de 50 degrés ou 1250 lieues de longueur dans la direction N. 50° E. au S. 5° O. Indépendamment de ces grandes dislocations du globe, nous avons pour distinguer l'étage subapennin de l'époque actuelle, des discordances d'isolement très-marquées, surtout dans les Pyrénées-Orientales, autour de Perpignan, et celui de Bosc, dans la Manche, où l'on voit les dépôts subapennins marins isolés au-dessus et loin du littoral actuel de la mer. Il en est de même des vastes surfaces de dépôts subapennins marins de l'Astezan, du duché de Parme et de l'Autriche, aujourd'hui placés sur des points continentaux, formant dans leur ensemble une ligne de discordance visible pour tout le monde, avec la circonscription des mers actuelles.

Composition minéralogique. — Les dépôts marins des environs de Perpignan se composent d'alternances de bancs plus ou moins puissants, de sables marins jaunâtres, silico-calcaires et micacés, avec des grès et des marnes ordinairement minces, le tout rempli de coquilles marines. Dans l'Astezan, c'est à peu près la même composition, les sables étant encore sans cohésion, comme les sables des mers actuelles et renfermant un nombre considérable de coquilles marines intactes et souvent dans leur position normale d'existence. Pour les dépôts terrestres, ils ont une autre apparence, mais néanmoins ils montrent souvent de l'analogie entre eux. En effet, qu'ils se soient faits dans les fentes préexistantes de rochers, sous forme de

brèches osseuses, comme près de Nancy (Meurthe), près de Pons (Charente-Inférieure), et partout ailleurs; qu'ils aient rempli plus ou moins ces autres cavités, également produites par des dislocations du sol et les eaux, qu'on nomme des *cavernes à ossements*, comme on en trouve sur tous les points du globe, aussi bien en France, en Angleterre, en Italie, qu'au Brésil, en Amérique, ces dépôts sont presque toujours identiques. Ce sont des argiles limoneuses ou même des limons jaunâtres ou rouges, mélangés de cailloux et d'ossements de mammifères en plus ou moins grand nombre. Les dépôts des pampas de Buénos-Ayres, qui n'ont pas moins de 23,000 lieues de superficie, sont de même composés de limon ou d'argile limoneuse également rougeâtre et ne contenant que des ossements de mammifères. Ceux des plateaux des Andes, et des plaines du centre de l'Amérique méridionale, sont encore composés d'argile jaune ou rougeâtre, contenant des ossements de mammifères.

M. Lyell évalue la plus grande épaisseur, en Italie, à environ 600 mètres.

Perturbation finale.— « Nous croyons pouvoir attribuer seulement aux perturbations géologiques, dit M. d'Orbigny, l'anéantissement complet des races d'animaux terrestres couvrant les continents à la dernière époque qui nous a précédés sur le globe, et leur dépôt simultané dans les grandes dépressions terrestres, à toutes les hauteurs, dans les fissures du sol et dans les cavernes. L'étude des dépôts terrestres de l'étage subapennin a surtout déterminé cette opinion. Jetons un coup d'œil d'ensemble sur les dépôts à ossements de cette époque, en commençant par l'Amérique méridionale, où nous avons observé que tous les faits sont plus largement tracés.

« Le dépôt des pampas de Buénos-Ayres, dont la surface égale les *trois cinquièmes* de la superficie de la France, ou 95,000 kilomètres carrés, se compose partout de limon rougeâtre fortement salé, presque sans stratification, d'une uniformité remarquable, enveloppant généralement des squelettes entiers, au pourtour; des os séparés partout. Les proportions gigantesques de ce dépôt, comparables seulement aux majestueuses chaînes de montagnes qui s'élèvent sur le même continent, peuvent-elles, comme plusieurs géologues l'ont pensé, s'expliquer par les causes actuelles? Nous ne le croyons nullement. Nous avons vu, aux causes actuelles (*Voy.* Couches sédimentaires), combien les mammifères doivent être rarement transportés par les fleuves dans les régions vierges, puisque nous n'en avons jamais rencontré un seul sur les affluents de l'Amazone et de la Plata. D'ailleurs, des dépôts à ossements, formés d'un limon rougeâtre identique à celui des pampas, se retrouvent dans les provinces de Chiquitos et de Moxos, dans toutes les dépressions des plaines; nous les avons retrouvés encore sur les vastes dépressions des montagnes de Cochabamba, à la hauteur de 2,575 mètres, et sur les plateaux également circonscrits du sommet des Andes, à la hauteur absolue de 4,000 mètres. Quelle qu'en soit l'élévation au-dessus du niveau de la mer, dans les plaines comme sur les montagnes, ces dépôts à ossements sont donc toujours composés de limons rougeâtres. Nous croyons, dès lors, que la même cause les a produits partout, et qu'ils ne sont que le résultat d'un lavage superficiel du continent par les eaux mises en mouvement par la perturbation finale de l'étage subapennin.

« Voyons, du reste, ce qui s'est passé dans les cavernes. M. Lund a découvert, dans la province de Minas-Geraes, au Brésil, dans les fentes des rochers et dans les cavernes, des mammifères nombreux enveloppés du même limon rougeâtre que celui des pampas, par couches horizontales que les eaux ont déposées. D'après ces données tirées seulement de l'analogie des limons rougeâtres, on pourrait croire que tous ces dépôts sont de même époque, produits par la même cause, et transportés à la fois. Il nous reste encore un moyen plus puissant pour prouver cette identité, cette contemporanéité : la comparaison des mammifères eux-mêmes; car on rencontre dans les cavernes du Brésil, dans les pampas et sur les plateaux des Andes, absolument les mêmes formes de mammifères, composés de genres perdus pour le continent américain, tels que *megalonyx*, *megatherium*, *mastodon*, *holophorus*, *euryodon*, etc., etc. Ce qui prouve plus que tout le reste l'identité de formation, c'est surtout la présence des mêmes espèces dans les cavernes et dans les pampas, telles que les *megalonyx*, *maquiniensis*, *megatherium Cuvieri*, *equus neogæus*, etc., etc. On doit donc croire que tous ces animaux de mêmes genres, de mêmes espèces, qui ont dû vivre en même temps, qui sont enveloppés de limons identiques de nature et de couleur, ont été anéantis par les eaux à l'instant de la perturbation géologique finale de cette époque.

« Quelques géologues croient, au contraire, reconnaître dans les pampas un dépôt dû aux eaux d'un fleuve dans un estuaire. Voyons d'abord si le fait est possible. Le dépôt à ossements des pampas présente, avons-nous dit, une surface longue de 13,000 et large de 900 kilomètres. Un fleuve capable de former un estuaire de cette largeur aurait au moins *huit fois* la largeur actuelle (30 lieues) de l'embouchure de la Plata, ce qui supposerait une longueur proportionnée. La Plata actuelle parcourt environ 23° de longueur; en multipliant par 8, on aurait, pour la longueur, 184°, ou plus de la moitié de la circonférence du globe terrestre; et ce fleuve, commençât-il au pôle nord pour arriver à ce dépôt à ossements, ne serait pas encore assez considérable pour former une estuaire de 900 kilomètres de largeur. D'ailleurs, quelle est la nature des dépôts ordinaires des estuaires? Ce sont des alluvions fluviales très-variées, composées de toute espèce de sédiment, de cailloux, de sable, de

vase surtout, mais jamais de limons homogènes de couleur et de composition, analogues aux limons rougeâtres des cavernes. On voit qu'abstraction faite de la largeur du dépôt à ossements des pampas, qui exclut l'idée d'un estuaire, toutes les autres considérations géologiques viennent exclure également cette opinion. En résumé, nous voyons, dans ces dépôts limoneux rougeâtres à ossements de l'Amérique, un fait général et non un dépôt partiel. Pour nous, c'est le résultat d'une perturbation géologique que nous croyons devoir attribuer au dernier relief des Cordillères, à la fin de l'étage subapennin. Alors on doit au lavage des eaux de la mer sur les continents les limons rougeâtres, laissés avec les animaux terrestres, dans toutes les dépressions du sol, depuis les vallées près de la mer, jusqu'à 4,000 mètres au-dessus des océans. Le fait paraît d'autant plus probable que tous ces dépôts, quelle que soit leur élévation, sont fortement saturés de sel marin, ce qui corroborerait encore nos conclusions.

« Voyons maintenant les circonstances où se trouvent dans l'ancien monde les ossements fossiles de l'époque qui nous a précédés sur la terre, ou mieux l'horizon géologique des mastodontes, des éléphants, etc. Ces animaux, comme nous l'avons dit, se sont déposés avec les alluvions terrestres, ou dans les cavernes. Les alluvions superficielles sont très-variables de composition, suivant les lieux; mais les dépôts des cavernes, en Europe, en Afrique, comme en Amérique, sont évidemment formés par les eaux, et se composent également de limons rougeâtres. Sous le rapport de leur provenance, ils paraissent donc être identiques : ils renferment non-seulement les mêmes limons rougeâtres, les mêmes genres perdus, tels que les mastodontes, ou encore représentés, les éléphants, mais encore les genres identiques. On trouve, en effet, le *mastodon giganteum* dans les deux Amériques, en Europe, en Asie et dans l'Australie; le *mastodon angustidens* en Europe, en Asie et en Amérique; le *mastodon tapiroides* en France et en Amérique; l'*elephas primigenius* en Europe, en Amérique, en Asie, et jusque dans les glaces de la Sibérie. Nous croyons donc pouvoir conclure de l'identité des dépôts limoneux, de l'identité de la faune perdue, et de l'identité des espèces, en Amérique, en Europe, en Afrique, en Asie et dans l'Australie, que le même mouvement des eaux a dû anéantir les grands animaux terrestres sur tous les points du globe à la fois, aussi certainement qu'il a transporté partout des sédiments identiques. Ce mouvement des eaux serait dû à la dernière surélévation des Andes, lors de la sortie des roches trachitiques. Ce serait aussi à cet instant que les masses si considérables d'alluvions terrestres, contenant des ossements de mastodontes, d'éléphants et d'autres grands animaux d'espèces éteintes, auraient été charriées à la surface des continents, en France, en Italie, dans les deux Amériques et sur les autres parties du monde, jusqu'au pôle nord. »

Caractères paléontologiques. — D'après nos connaissances actuelles, 93 genres inconnus jusqu'alors apparaissent, pour la première fois, dans cet étage, tandis que des genres antérieurement existants, 21 seulement s'y éteignent. On doit donc croire, comme pour l'étage précédent, que la période croissante de développement des terrains tertiaires se continue au delà de l'étage subapennin jusque dans notre époque. Parmi ces 93 genres, 42, ou près de la moitié, dépendent des mammifères; 26 des oiseaux, 7 des reptiles et 8 des poissons. C'est-à-dire que 81 genres dépendent des animaux vertébrés; tandis qu'il ne reste plus, pour représenter les trois autres embranchements, que 3 genres pour les animaux annelés, 4 genres pour les animaux mollusques, et 3 genres pour les animaux rayonnés. Voici les caractères stratigraphiques des genres.

Les genres au nombre de 69, que nous avons cités comme s'éteignant dans l'étage falunien, sont autant de caractères négatifs que nous pouvons citer pour l'étage subapennin, où ils ne sont pas arrivés, jusqu'à présent.

Pour distinguer l'étage subapennin de l'époque actuelle, nous avons cette multitude de genres, encore inconnus dans le premier, qui forment la faune actuelle. Il serait trop long de citer ici tous ces genres, qui s'élèvent à plus de 1,300, et parmi lesquels nous nommerons le genre *homme* (*homo*), paru avec cette dernière faune, et la dominant de toute la perfection de ses organes, comme le souverain de toute la nature actuelle.

L'étage subapennin, dans l'état actuel de nos connaissances, se distingue de l'étage falunien antérieur, par les 93 genres suivants, qui, inconnus dans le précédent étage, paraissent se montrer pour la première fois à l'époque subapennine. Ces genres sont ainsi répartis dans les étages : Parmi les mammifères, les genres : *protopithecus, speothos, similodon, icticyon, palæcospalax, spalacodon, lonchophorus, theridomys, glosotherium, glyptodon, chlamydotherium, hoplophorus, pachytherium, euryodon, xenurus, megatherium, megalonyx, mylodon, sœlidotherium, platyonyx, cœlodon, potamohippus, elasmotherium, mericotherium, dremotherium, elephas, hippopotamus, camelus, camelopardalis, cebus, callithrix, jachus, centenes, dasyprocta, echimys, orycteropus, myrmecophaga, dasypus, equus, auchenia, bos* et *balænoptera;* parmi les oiseaux, les genres : *dinornis, catarthes, vultur, aquila, motacilla, anabates, alauda, hirundo, caprimulgus, coccizus, picus, psittacus, phasianus, gallus, numida, crypturus, rhea, phœnicopterus, otus, rallus, crex, anser, mergus, anas, larus* et *colymbus:* parmi les reptiles, les genres : *testudinites, palæobatrachus, palæophrynos, palæophilus, andrias, chelydra* et *ophis,* parmi les poissons, les genres *esox, acanthopsis, cobites, rhodeus, aspius, gobius, cy-*

clurus et *tinca;* parmi les crustacés, les genres *ranina, oniscus* et *porcellio;* parmi les mollusques gastéropodes, les genres *clausilia* et *cuvieria;* parmi les lamellibranches, les genres *gnathodon* et *polia;* parmi les foraminifères, les genres *orbulina, oolina* et *planorbulina.*

De ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage sans passer à l'époque actuelle, seront autant de caractères positifs qu'on pourra invoquer pour la distinguer, Ces genres, au nombre de 31, sont les suivants : Parmi les mammifères, les genres : *protopithecus, speothos, similodon, icticyon, palæcospalax, spalacodon, leucophorus, theridomys, glossotherium, glyptodon, chlamydotherium, lonchophorus, pachytherium, euryodon, xenurus, megatherium , megalonyx, mylodon, sælidotherium, platyonyx, cælodon, potamohippus, elasmotherium* et *mericotherium;* parmi les oiseaux, le genre *dinornis;* parmi les reptiles, les genres *testudinites, palæobatrachus, palæophrynos, palæophilus* et *andrias;* parmi les poissons, le genre *cyclurus.* Nous avons encore, comme caractères distinctifs, les genres, au nombre de 21, qui, nés antérieurement, après avoir vécu plus ou moins longtemps, s'éteignent encore dans l'étage subapennin, sans arriver à l'époque actuelle. Ce sont, parmi les mammifères, les genres: *chœropotamus , hyotherium , palæotherium, anoplotherium , toxodon , metaxytherium, mastodon, hoplotherium;* parmi les poissons, les genres: *oxyrhina* et *acanthonemus;* parmi les bryozoaires, le genre *ceriopora;* parmi les échinodermes, les genres: *pygurus, arbacia, hemiaster* et *runa;* parmi les zoophytes, les genres: *clausastrea, ceratotrochus* et *stephanophyllia;* parmi les foraminifères, le genre *pyrulina.* Nous aurions dès lors 52 genres pouvant donner des caractères positifs différentiels entre l'étage subapennin et l'époque actuelle.

Indépendamment d'un très-grand nombre d'espèces d'animaux vertébrés et annelés; indépendamment des plantes non moins nombreuses, nous avons, seulement en animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 606 espèces. Un nombre considérable d'espèces ont été indiquées dans cet étage comme étant des analogues d'espèces actuellement vivantes

Si nous ôtons des 60 espèces mentionnées d'abord les 28 espèces, indiquées à tort ou à raison comme passant de l'étage falunien à l'étage subapennin, et les 55 espèces de l'étage subapennin signalées comme analogues des espèces actuellement vivantes, en France, en tout 83, il ne restera plus que 523 espèces caractéristiques, nombre assez considérable, surtout quand il se joint à une grande quantité d'espèces d'animaux vertébrés ou annelés, et à 212 espèces de plantes, pour prouver la valeur de cette dernière époque qui nous a précédés sur le globe.

Chronologie historique. — La perturbation géologique qui a mis fin à l'étage falunien a également éteint 69 genres d'animaux, le nombre connu de 2,723 espèces d'animaux mollusques et rayonnés et 209 espèces de plantes qui, avec les espèces multipliées d'animaux vertébrés et annelés, composaient la faune et la flore de cette époque. Après cette commotion générale à la surface de la terre, ont apparu, avec la période subapennine, pour repeupler la terre, 93 genres d'animaux inconnus aux étages antérieurs, composés d'un grand nombre d'espèces d'animaux vertébrés, d'animaux annelés de 578 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, et d'environ 212 espèces de plantes toutes nouvelles.

A la fin de l'étage falunien, les mers ont encore complétement changé de lits en Europe, et principalement en France. Les trois mers qui couvraient les bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen se sont complétement desséchées. De toutes ces mers, nous ne trouvons plus en France, sur les continents de l'époque actuelle, qu'une petite portion occupant le bord de la méditerranée, dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Hérault, près de Montpellier. On voit, dès lors, qu'en France la forme des mers, à cette époque, différait seulement sur ces deux points de la circonscription des mers actuelles; mais elles couvraient l'Astezan en Piémont, une partie de l'Italie, les environs de Vienne (Autriche) et une grande partie de l'Europe orientale.

Les continents sont, par la même raison, complétement différents de ce qu'ils étaient pendant l'époque falunienne. Lors de la surélévation de la chaîne des Alpes, les parties de la Suisse, de la Savoie, du Jura, de l'Ain, de l'Isère, des Hautes et Basses-Alpes, de la Drôme, de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, restées le domaine des mers, pendant toutes les grandes périodes jurassiques, crétacées et tertiaires, surgissaient enfin hors des eaux et faisaient partie des continents. Les mers se sont en même temps retirées du bassin pyrénéen, depuis longtemps aussi recouvert par les eaux, et du bassin ligérien qui, éphémère comme l'étage qui l'avait produit, ne dure que pendant l'étage falunien, pour être remplacé de nouveau par une portion continentale. En résumé, les continents, comme les mers, à l'époque subapennine, différaient à peine en France, pour leur circonscription, de la nature actuelle.

Les mers étaient alors peuplées des mêmes genres d'animaux qu'à l'époque précédente. A peine nous montrent-elles, avec quelques genres nouveaux de poissons, tels que *gobius, cyclurus,* etc., trois formes nouvelles de crustacés, parmi lesquelles les *oniscus,* les *porcellio*; quelques genres de mollusque, (*cuvieria, polia*), de foraminifères (*orbulina, oolina* et *planorbulina*). La faune marine est, pour ainsi dire, sans couleur tranchée.

Les continents, au contraire, étaient animés d'une faune composée d'un grand nombre d'êtres aussi remarquables par leurs proportions que par leurs caractères. Les mammifères dominaient surtout. C'est alors

qu'avec beaucoup de genres différents des époques antérieures et différentes de la faune actuelle, parmi lesquels se remarquaient les *gyptodon*, les *megatherium*, les *megalonyx* les *mylodon*, les *mastodon*, aux formes massives, venaient déjà se mêler des genres qui ont survécu jusqu'à nous, les éléphants (*elephas*), les hippopotames, les chameaux, les girafes, les chevaux, les tatous, etc. Beaucoup d'oiseaux animaient la campagne ; en même temps que des reptiles multipliés, au nombre desquels, comme pour rivaliser avec ces gigantesques mammifères que nous avons cités, se trouvait la fameuse salamandre d'OEningen (*andrias*), encore plus extraordinaire pour sa taille, comparée à ce que nous connaissons aujourd'hui. Pour nourrir ces énormes animaux herbivores, qui couvraient notre sol, de l'Italie jusqu'à la mer Glaciale, animaux qui ne se trouvent plus maintenant que dans les régions tropicales les plus favorisées sous le rapport de la végétation, la nature devait offrir la flore la plus variée et la plus luxueuse. Voici, du reste, ce que nous connaissons aujourd'hui de cette flore de l'étage subapennin, d'après les savantes recherches de M. Brongniart. Nous indiquons ici le nombre des espèces de chaque genre par famille.

Cryptagames amphigènes.

ALGUES.

Confervites,	1
Sphærococcites,	1

CHAMPIGNONS.

Xylonites,	2
Sphærites,	2

Cryptogames acrogènes.

Muscites,	1

FOUGÈRES.

Adiantum,	1
Pteris,	1
Goniopteri.tes,	1
Tæniopteris,	1

LYCOPODIACÉES.

Isoetites,	1

EQUISÉTACÉES.

Equisetum	1

Monocotylédones.

NAÏADES.

Potamogeiton,	1

GRAMINÉES

Culmites,	1

CYPÉRACÉES.

Cyperites,	1

LILIACÉES.

Smilacites,	1

Dicotyléaones gymnospermes.

CONIFÈRES CUPRESSINÉES.

Callitrites,	2
Widdringtonites,	1
Taxodites,	3
Thuioxylum,	3

CONIFÈRES ABIÉTINÉES.

Abietites,	3
Pinites,	9
Peuce,	1
Eleoxylon,	4

CONIFÈRES TAXINEES.

Taxites,	3
Taxoxylum,	2
Salisburia,	1

Dicotylédones angiospermes.

MYRICÉES.

Comptonia,	1
Myrica,	1

BETULACÉES.

Betula,	2
Alnus,	1

CUPULIFÈRES.

Quercus,	13
Quercinium,	3
Fagus,	3
Fegonium,	1
Carpinus,	2

ULMACÉES.

Ulmus,	7
Ulminium,	1
Celtis	1

BALSAMIFLUES.

Liquidambar,	3

SALICINÉES.

Populus,	5
Salix,	5

LAURINÉES.

Daphnogène,	1

THYMÉLÉES.

Hauera,	1

SANTALACÉES.

Nyssa,	1

CORNÉES.

Cornus,	1

MYRTACÉES.

Myrtus,	1

CALYCANTHÉES

Calycanthus,	1

POMACÉES.

Pyrus,	3
Cratægus,	1
Cotoneaster,	1

ROSACÉES.

Rosa,	1
Spiræa,	1

AMYGDALÉES.

Prunus,	4
Amygdalus,	2

LÉGUMINEUSES.

Robinia,	1
Cytisus,	2
Amorpha,	1
Glycyrrhiza,	1
Phaseolites,	4
Gleditschia,	1
Bauhinia,	1
Cassia,	4
Acacia,	1
Mimosites	1

ANACARDIÉES.

Rhus,	8

JUGLANDÉES.

Juglans,	

RHAMNÉES.

Karwinskia,	1
Rhamnus,	6
Ziziphus,	3
Paliurus,	1
Ceanothus,	5

CÉLASTRINÉES.

Celastrus,	3
Evonymus,	1

SAPINDACÉES.

Sapindus,	3

ACÉRINÉES.

Acer,	14
Acerinium,	1

TILIACÉES.

Tilia,	1

MAGNOLIACÉES.	
Liriodendron,	1
CAPPARIDÉES	
Capparis,	1
SAPOTÉES.	
Symplocos,	1
Styrax,	1
OLÉACÉES.	
Fraxinus,	1
EBÉNACÉES.	
Diospyros,	1
ILICINÉES.	
Ilex,	5
Prinos,	1
Nemopanthes,	1
ERICACÉES.	
Rhododendron,	1
Azalea,	1
Andromeda,	1
Vaccinium,	3
Ledum,	1

Zones isothermes. En arrivant à l'époque qui nous a précédés sur la terre, nous croyons devoir conclure, relativement aux lignes isothermes des âges géologiques. Nous avons vu, aux terrains paléozoïques, que les mêmes animaux, les mêmes plantes, avec le caractère d'une faune et d'une flore tropicales, s'étendaient, pendant cette période, de la zone torride actuelle jusqu'aux régions polaires. Nous reconnaissons la même distribution, lors des grandes périodes des terrains jurassiques et des terrains crétacés. Avons-nous trouvé des changements pendant les étages tertiaires? Ce que nous avons dit aux étages suessonien, parisien, et surtout à l'étage falunien, prouve déjà que, durant toutes les époques antérieures à l'étage subapennin, les lignes isothermes actuelles n'existaient pas, étant neutralisées par la chaleur propre à la terre ; voyons maintenant ce que nous donne l'étage subapennin. Commençons par la faune marine.

La faune marine de l'étage subapennin renferme, dans l'Astezan et à Perpignan, un grand nombre d'espèces des genres *phorus*, *solarium*, *cypræa*, *mitra*, *cancellaria*, *conus*, *strombus*, *fusus*, *pyrula*, *fasciolaria*, *terebra*, *perna*, *chama*, *plicatula*, *brissus*, *flabellum*, etc., etc., composant une faune qui ne se rencontre plus aujourd'hui que dans la zone torride et dans les régions les plus chaudes des mers actuelles. Nous aurions donc encore, pour l'étage subapennin, des faits analogues à ceux qu'on observe à toutes les époques, depuis le commencement du monde animé.

« Lorsque nous voyons tous ces genres, propres seulement aux régions chaudes, se rencontrer dans l'étage parisien, à Paris, à Londres, en Belgique, jusqu'au 52° de latitude; dans l'étage falunien de la Touraine, de Cassel, de Vienne ; dans l'étage subapennin de Perpignan, de l'Astezan, avec tous les autres êtres qui caractérisent les faunes tropicales, et qu'on ne retrouve plus que là, aujourd'hui, nous sommes forcés de conclure que, tandis que ces faunes existaient à Paris, à Londres, en Belgique, en Italie et en Autriche, ces différents points jouissaient d'une température égale à la température actuelle de la zone tropicale. Ces faits, reconnus jusque dans l'étage subapennin qui nous a précédés sur la terre, prouvent, on doit le croire, que la chaleur propre à la terre s'est maintenue dans les mers d'Europe, jusqu'à la dernière période géologique, et a neutralisé, jusqu'à cette époque, l'influence de la température que les lignes isothermes actuelles donnent à la France, à l'Angleterre et à l'Italie.

« Peut-on expliquer ce fait par l'influence des courants d'eau chaude, qui aurait échauffé ces diverses parties des mers européennes? Nous ne le pensons pas : d'abord, parce que les courants n'ont qu'une action partielle, très-limitée, toujours exceptionnelle, jamais générale ; ensuite, parce que, malgré les changements considérables de forme qui ont eu lieu dans les mers des diverses époques tertiaires, changements modifiant constamment les courants, on voit toujours se succéder, sur les mêmes régions, pendant les étages suessonien, parisien, falunien et subapennin, les mêmes faunes tropicales, ce qui prouve une action continue et non une action exceptionnelle. Une preuve sans réplique nous reste encore : les courants d'eau chaude ou froide peuvent modifier la faune marine côtière ; mais ces courants n'ont qu'une influence très-faible sur la faune terrestre contemporaine, le soleil exerçant partout son action, comme nous avons pu le reconnaître en Amérique. Quelle était la faune terrestre contemporaine des étages parisien (919), falunien et subapennin en France, en Angleterre et dans le reste de l'Europe? Elle offrait, en même temps que ces genres marins des régions chaudes, sur les continents de ces époques, des singes, des rhinocéros, des tapirs, des éléphants, des hippopotames, des girafes, propres aujourd'hui seulement aux régions tropicales, avec beaucoup d'êtres perdus, que leurs caractères zoologiques placent à côté de ceux-ci, également dans des régions chaudes, comme les palœotherium, les anoplotherium, les mastodon, etc., etc. On doit donc croire que cette température tropicale existant en France et dans le reste de l'Europe, jusqu'à l'époque qui nous a précédés sur la terre, dans les mers et sur les continents, était la température de ces régions et non de l'influence des courants.

« En résumé, il paraîtrait prouvé que jusqu'à cette époque antérieure à notre création, la chaleur centrale avait assez d'action pour neutraliser l'effet de la latitude ; aussi le cantonnement isotherme des faunes paraît-il appartenir exclusivement à notre époque. Il en est de même du morcellement actuel des faunes côtières de toutes les parties du monde.

« L'étage subapennin, si nous en jugeons

(919) La flore terrestre étudiée par M. Bowerbank, dans l'étage parisien de l'île de Sheppey, est toute des régions tropicales.

par le nombre des dépouilles de grands mammifères qu'il renferme, surtout en Russie, paraît avoir été remarquable sous ce rapport; mais, la nature ne devant pas toujours se maintenir en repos, il s'opère un dernier mouvement qui, bien plus considérable que les autres, donne à la Cordillère des Andes son grand relief d'aujourd'hui. D'immenses affaissements ayant eu lieu au sein du grand Océan, la Cordillère, par suite d'un mouvement de bascule, se disloque sur 50 degrés de longueur dans la direction du N. 5° E. au S. 5° O.; et prend l'élévation actuelle que nous appelons *système chilien*. C'est alors que son axe, béant sur quelques points, par suite d'une forte pression latérale, donne issue aux matières trachytiques incandescentes qui débordent et envahissent plusieurs points de la crête de cette vaste chaîne. Une dislocation de 50° ou de 1,250 lieues de longueur, qui a produit une des plus hautes chaînes du monde, n'a pu avoir lieu sans déplacer proportionnellement les eaux marines. Balancées alors avec force, celles-ci ont envahi les continents, anéanti et entraîné les grands animaux terrestres de la faune subapennine, en les déposant, avec les particules terrestres, à toutes les hauteurs dans les bassins terrestres, dans les cavernes et dans toutes les cavités où les eaux pouvaient pénétrer. M. Elie de Beaumont regarde comme correspondant à la fin de l'étage subapennin, la dislocation qu'il désigne comme son *système de la chaîne principale* des Alpes, dont la direction est de l'O. 16° S. à l'E. 16° N., et qui a donné aux Alpes la forme que nous leur connaissons. On voit que les changements qui se sont opérés à la surface du globe sont bien suffisants pour expliquer l'anéantissement des grands animaux terrestres qui nous ont précédés sur la terre, et la fin de l'époque qui nous occupe. »

SUCCIN. *Voy.* PALMIERS.

SUESSONIEN (ÉTAGE). — Le premier de la cinquième grande époque du monde animé ou période tertiaire, et le 24e de l'échelle totale des terrains.

C'est l'époque de la première apparition certaine de la classe des mammifères, des ordres des oiseaux passereaux, des poissons pleuronectoïdes, etc.

Cet étage a reçu beaucoup de noms divers; c'est le calcaire *nummulitique* des auteurs; une partie des *terrains eocènes* de M. Lyell; une partie (*argiles plastiques*) des terrains tertiaires inférieurs de MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont; *glauconie inférieure*, etc.

On trouve un beau type de cet étage à Bracheux (Oise), au mont Alaric (Aude), etc.

Parmi les études qui ont été faites de cet étage, nous n'en connaissons point qui aient mieux éclairci les questions difficiles qu'il présente, que celles de notre éminent paléontologiste, M. Al. d'Orbigny. Nous citerons tout entière la savante description qu'il en a publiée dans son *Cours élémentaire de paléontologie*.

« Confondu, dit-il, sous le même nom d'*eocène*, avec l'étage parisien, d'autres fois entièrement séparé, tour à tour considéré comme crétacé, comme tertiaire, ou intermédiaire aux deux terrains, suivant les lieux où sa composition minéralogique, l'étage qui nous occupe a reçu beaucoup de noms différents, et a motivé les observations les plus contradictoires. En l'abordant, nous ne nous dissimulons pas les difficultés que nous avons à vaincre pour résoudre quelques-unes des questions qui s'y rattachent et pour répondre aux idées émises à son égard. Dégagé de toute opinion préconçue et de toute influence, nous allons entrer franchement dans la lice. Nous accumulerons les faits, nous les discuterons, comme nous l'avons fait jusqu'ici, afin d'arriver, par leur ensemble, à une solution logique. Si nous ne réussissons pas à jeter quelque lumière sur un des points les plus controversés de la science, nous aurons au moins apporté notre tribut de recherches, et nous aurons tenté l'une des tâches les plus difficiles de la géologie actuelle (920).

Dérivé du nom. — « Ne pouvant, en aucune manière, conserver à l'étage soit un nom basé sur un caractère minéralogique, toujours locale, ou sur un caractère de fossiles qui peut manquer et n'être plus, nous avons donné à l'ensemble le nom d'*étage suessonien*, la ville de Soissons (*Augusta Suessonum* ou *Suessones*) en montrant, aux couches inférieures de sa vallée, l'un des types français. Nous réunissons sous ce nom l'argile plastique, les lignites et les sables inférieurs, glauconieux du bassin parisien, placés au-dessous de la zone à *nummulites lævigata* du bassin de Paris; le calcaire à nummulites de Royan, des bords de l'Adour; de la chaîne des Pyrénées et de Biaritz, dans le bassin pyrénéen; les calcaires nummulitiques de Cuiza, du mont Alaric; les calcaires d'eau douce des montagnes Noires, d'Orgon, de Vitrolles; les terrains nummulitiques du Vit, près de Castellane, de la fontaine du Jarrier, près de Nue, et presque tous les terrains nummulitiques du monde. Voici, du reste, la synonymie des parties que nous y réunissons stratigraphiquement.

Extension géographique. — « Commençons par le bassin anglo-parisien. Des lambeaux se remarquent en France, au nord-ouest des grandes surfaces, comme ceux du phare d'Ailly, de Varengeville, près de Dieppe, les buttes de Combles, au sud-est d'Eu, la colline sur Authie (Seine-Inférieure), à Saint-Valéry-sur-Somme (Somme), à Cassel (Nord), à Sauros, à Saint-Aubin, à Saint-Josse, à l'ouest de Montreuil-sur-Mer (Pas-de-Calais). Une ceinture se voit au nord et à l'est du bassin, indépendamment de vastes lambeaux au centre. Le département de l'Oise, si bien étudié par M. Graves, en offre de vastes surfaces,

(920) « Cet ouvrage ayant été fait en 1847, nous n'avons fait, à l'étage suessonien, qu'ajouter les observations de M. Murchison, qui confirment en tout point les nôtres. » (Alc. d'ORBIGNY.)

à Bonneuil, à Gallet, à Breteuil, à Crèvecœur, à Beauvais, à Bracheux, à Abbecourt, à Noailles, à Guiscard, à Noyon, à Solente, à Cuise-la-Motte, à Gilocourt, à Pierrefonds, etc., etc. On le voit, dans la Somme, à Roye, à Nesle; dans l'Aisne, à Soissons (couches inférieures), à Cormicy, à Villers-Franqueux, à Saint-Quentin, à La Fère, à Laon, et sur beaucoup d'autres points cités par MM. d'Archiac et Malleville. Il forme, dans ce département, une bande non interrompue, qu'on voit sur la craie et au-dessous des calcaires grossiers, et qui se continue dans la Marne, à Châlons-sur-Vesle, à Fleury-la-Rivière, à Ciry-Salsogne, à Dizy-les-Rosières, à Lizy, aux Voisillons, à Mailly, à Billy-la-Montagne, tout autour d'Epernay, à Matigny, à Champillon, à Quatre-OEufs, près d'Ay, au mont Bernon, près d'Epernay, à Cuis et à Chavot; auprès de Vertus, de Sézanne, de Villenoxe; dans Seine-et-Marne, à Provins, à Montereau, à Melun. Autour de Paris, on le trouve sous l'étage parisien, à Meudon, à Vaugirard et à Gentilly. Nul doute que la mer suessonienne du même bassin ne s'étendît, sans interruption, en Angleterre, sur l'étage sénonien, dans le Dorsetshire, le Wiltshire; dans le Kent, à Upnoz; dans le Sussex, à Newhaven, à Castle-Hill, à Alumbay, dans l'île de Wight; dans le Surrey, à Headeley, à Bromley; autour de Londres, à Charlton, à Loampit-Hill, à Croydon, à Woolwich, à Deepfort, à Lewesham, à Fundridge-Park; dans le Berkshire, à Catsgrove, près de Reading; dans l'Herefordshire, à Northaw, à Stubbington. Nous ne doutons pas, non plus, d'après les recherches de M. d'Archiac, que l'étage ne se continue en Belgique, où il a été reconnu à Sainte-Trinité, près de Tournay, entre Gilly et Charleroy, à Espenon, de Nivelle à Saint-Tron, près de Sodoigne, à Mons, à Ciply, jusqu'à Folx-les-Caves et Orp-le-Grand, à Hautrage, à Peruwels, à Grandglise et à Saint-Gilles, près de Bruxelles.

« Dans le bassin pyrénéen, cet étage paraît encore occuper une plus vaste superficie. Nous en avons découvert en 1844 (921-22), à Saint-Palais, près de Royan, à l'embouchure de la Gironde (Charente-Inférieure), un lambeau bien caractérisé, que M. Raulin a reconnu s'étendre sous la tour de Cordouan, à la pointe du Médoc, aux rochers de Saint-Nicolas et d'Osseau. Il paraît, en effet, occuper, sous les étages parisien et falunien, tout le bassin de la Gironde et de l'Adour. On le voit poindre dans le département des Landes, à Baskeras; à Tuc-du-Saumon, près de Casoen, au nord de Montfort, à Brassempouy, près de Hagelman, à Gibret, à Laplane, à Bastennes, à Gamarde, à Mouguerre, à Donzacq, au Petit-Sarrail, et sur une partie du cours de l'Adour; dans les Basses-Pyrénées, au port des Basques, à Bidart, à Saint-Pierre, à Peyrorade et au phare de Biaritz. M. de Verneuil l'a reconnu sur le versant espagnol des Pyrénées, à Columbres, sur la limite des provinces des Asturies, et de Saint Andèr, ainsi qu'à San-Vicente de la Basquera. L'étage paraît former une vaste bande sur tout le versant méridional des Pyrénées en Espagne, en partant de Vittoria, et passant par Pampelune, Sanguesa, Jaca, Ainsa, Pobla, Berga, Ripoll, Castel-Follit et Figuières. Dans les Pyrénées françaises, le versant septentrional en offre de bien caractérisé, aux environs de Pau.

« Le bassin méditerranéen nous montre de très-vastes surfaces de l'étage suessonien. Si nous continuons le versant septentrional des Pyrénées, nous l'avons parfaitement reconnu dans la Haute-Garonne, à Saint-Martory même, à Boulogne, à Saint-Gaudens. Il existe encore dans les Hautes-Pyrénées, à Mauléon, canton de Castelnau-Magnoac, au Mont-Gaillard, à Montbrun; dans l'Ariège au Mas, à la Roque; dans l'Aude, il forme un vaste lambeau d'un côté sur le versant des montagnes Noires, de l'autre à Coinza, près d'Allet, à Montolieux, à Roubia, au mont Alaric, à Lagrasse, à Conques, à Bize, à Albas, à Fonjoncouse, à Fontcouverte, à Villeneuve-les-Chaudens, à Villegailhene, au nord de Carcassonne, à Véraza, à Coustouge, à Esperaza, aux bords du Rable, entre Saint-Laurent et Coustouge. Nous considérons comme un dépôt terrestre de cette époque tout le calcaire d'eau douce inférieur qui se montre d'abord à Orgon; puis, interrompu par la dislocation des Alpines et des Opies, il reparaît à la Fare, à la Tête-Noire, à la rivière de Larc; forme toutes les hautes collines de Vitrolles, et se continue à Gardanne, à Fuveau, à Trets, à Auriol, à Pichinier, à Peynier, à Simiane, à Rognac, aux Baux, à Mimet, à Mons, à Carnet, près de Méreuil, à Saint-Victoret, à Langresse et au quartier du Montaignet, près d'Aix, à Martigues (Bouches-du-Rhône), dont les fossiles ont été décrits par M. Mathéron. Dans le Var, un lambeau existe près du Beausset, à Aups et à la Cadière. Avec M. Astier, qui a rendu de si grands services à la géologie des Alpes, nous avons reconnu un petit lambeau au Pilon-de-Saint-Vallier, route de Grasse à Castellanne; nous en avons vu un second au Vit et à la montée de Taulanne, près de Castellanne. D'autres ont été reconnus par M. Scipion Gras, à six kilomètres au nord-ouest de Saint-André-de-Méouilles, sur la rive droite du Verdon; à Saint-Benoît, près d'Annot, à Lausanier, à Bauvesert (Basses-Alpes). On le retrouve autour de Barcelonette, de Colmars; M. Astier l'a rencontré à Saint-Sever, à Saint-Paul-du-Var, et il se continue, dans le comté de Nice, à la Fontaine du Jarrier, à la montagne de la Palarea, et suivant M. de Collegno, au roc de Cassino et à la Trinita de Cassino, près de Turin.

« L'étage couvre, en lambeaux, une partie de la Suisse, de la Savoie, de l'Italie, de la chaîne des Alpes et des Carpathes, si bien étudiés par M. Murchison. On le voit à

(921-22) *Bulletin de la Société géologique de France* t. XIV, p. 487.

Thones (Savoie); à Beatenberg, sur les bords du lac de Lucerne, aux environs d'Einsiedeln, à Glaris, dans les Grisons, près d'Appenzell, près de Weissbad, au Vorarlberg, au nord de Schwarzenberg; dans les Alpes méridionales et dans le Vicentin, à Ronca, au Mont-Bolca, près de Bassano, au val d'Urgana, au val d'Agno, à Castel-Gomberto, à Vérone; dans le Tyrol autrichien, à Untersberg, à Karst; au nord de Venise, à Bellune, au nord de la Trieste, près de Trente, près de Vienne; en Bavière, au Kressemberg; dans la Transylvanie, à Klausemburg; dans la Hongrie, à Wollersdorf; dans l'Istrie, la Dalmatie en Carniole; en Pologne, au pied du Tatra, à Zokoparre; dans la Carinthie, à Guthareng, etc.

« On en retrouve encore de vastes lambeaux en Crimée, à Salghir, à Sevastopol; dans le Caucase, en Perse, en Syrie, dans le Taurus; en Egypte, où les grandes pyramides en sont bâties; en Assyrie, à Mardin en Grèce, en Morée. Un lambeau terrestre existe dans l'Inde, à Munnoor, à Chioknée, à Sichel-Hills; et il paraît que tout le versant méridional de l'Himalaya en montre un vaste développement, comme nous avons pu en juger par les fossiles qui nous ont été communiqués par M. Murchison, et provenant des recherches des géologues anglais. M. Mac Cleland l'a rencontré en partant de Calcutta, dans l'Aham supérieur, au delà du Delta, du Bramaputra. M. Barnes a rencontré l'étage formant une crête sur la rive droite de l'Indus; il forme encore la sommité des monts Hala, court du sud au nord, depuis la côte de l'ouest, et se termine au nord-ouest de Caboul dans le Caucase hindou. Il existe à l'extrémité ouest de la province du Cutch, du côté du Sinde, où M. Grant a observé qu'il repose sur les terrains jurassiques.

« En résumé, l'étage, comme nous le considérons, se trouverait en France, dans les bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen; et s'étendrait, en Europe, de l'Angleterre et de l'Espagne jusqu'en Crimée et au Caucase, et de là, en Asie, jusqu'à Calcutta, sur le revers méridional de l'Himalaya, et en Afrique. On juge, dès lors, quelle peut être son importance géologique.

Stratification. — « Prenons, de tous les pays, la partie peut-être la moins tourmentée pour point de départ et pour base de nos comparaisons. Voyons par exemple, dans le bassin anglo-parisien, où nous avons déjà vu se succéder régulièrement, sans lacunes, les étages triasiques, tous les étages jurassiques et tous les étages crétacées, ou *dix-neuf étages sur vingt-sept*, comment se comporte ce premier membre des terrains tertiaires. Lorsque la série crétacée est complète et terminée supérieurement par l'étage danien, au Mont-Aimé, à Vertus, à Montereau, à Meudon, au Port-Marly, par exemple, les dernières couches de l'étage suessonien, à l'état de sable, de lignites ou d'argiles, reposent immédiatement dessus, en couches presque concordantes. Sur les points où l'étage danien manque, comme dans tout le département de l'Oise (Laversines excepté); dans la Seine-Inférieure, la Somme, l'Aisne, la partie occidentale de la Marne, et en Angleterre, l'étage suessonien repose partout sur l'étage sénonien. Tous les géologues sont donc maintenant d'accord pour croire que les premières couches tertiaires du bassin anglo-parisien, représentées par les sables glauconieux, par les argiles ou les lignites, ont bien succédé régulièrement, dans le bassin anglo-parisien, à l'étage danien, lorsqu'il existe, ou aux couches sénoniennes, lorsque ce dernier a été dénudé. Il ne peut, dès lors, rester aucun doute sur cette succession chronologique régulière. Ce fait admis, qui fixe bien la position relative de l'étage suessonien, il s'agit de savoir si cet étage, le premier du bassin anglo-parisien, n'offre pas ailleurs un étage intermédiaire, à l'étage danien, ou si la série se trouve partout la même que dans ce bassin géologique.

« Dans le bassin pyrénéen, nous avons vu le lambeau nummulitique de Saint-Palais, près de Royan, reposer immédiatement sur l'étage sénonien; la même supposition existe à Biaritz, à Bidart, à Peyrorade et sur les bords de l'Adour; il paraît en être ainsi en Espagne. Le bassin méditerranéen nous offre la même superposition dans l'Aude, dans les Bouches-du-Rhône, à Martigues; dans le Var, au Beausset, au plan d'Aups. On rencontre une relation géologique semblable dans beaucoup de localités des Alpes, des Carpathes, de l'Italie (923) reconnues par M. Murchison; la même superposition existe à Sévastopol, en Crimée, et sans doute sur une infinité d'autres lieux du globe, où nous ne connaissons pas encore la superposition exacte. Dès lors sur ces points, les allures stratigraphiques de l'étage seraient absolument identiques à ce qu'on observe aux environs d'Ay, d'Epernay, de Reims, de Beauvais, etc., dans le bassin anglo-parisien. En résumé, partout où nous avons pu constater, soit d'après nos observations personnelles, soit d'après les travaux des géologues, la véritable position de l'étage suessonien, comme les faunes nous le font circonscrire, nous l'avons trouvé lorsqu'il n'y avait pas de lacunes, dans la même position stratigraphique que dans le bassin parisien, sans jamais rencontrer l'étage particulier intermédiaire. Dès lors, on pourrait croire qu'il ne manque aucun membre géologique dans le bassin parisien, où les premiers étages tertiaires se seraient encore déposés sur les derniers étages crétacés, avec la même régularité que tous les autres étages crétacés, jurassiques et triasiques; et il y aurait une concordance parfaite de position relative avec les autres bassins du monde.

« A côté des considérations que nous offre l'âge relatif de l'étage suessonien, nous al-

(923) Nous avons pu vérifier les faits sur les fossiles recueillis par M. Murchison.

lons donner ses limites stratigraphiques inférieures et supérieures. Les limites inférieures sont marquées par des discordances positives, par des discordances de dénudation et par des discordances d'isolement. Une discordance réelle se remarque à Saint-Palais, où nous l'avons positivement reconnue; car le lambeau suessonien ne doit sa conservation, sur ce point, qu'à un affaissement de l'étage sénonien antérieur aux dépôts tertiaires. Il en est de même au Pilon de Saint-Vallier (Var).

« Il existe, dans le bassin parisien, des discordances de dénudation marquées par l'altération supérieure de l'étage danien si visible à Vigny où les couches ont été corrodées, ravinées, avant d'être recouvertes par les premiers dépôts tertiaires. Ces discordances sont surtout nombreuses tout autour du bassin parisien. C'est, en effet, à des dénudations profondes qui ont suivi les derniers dépôts crétacés, et ont précédé les premiers dépôts tertiaires, que nous attribuons, dans les départements de l'Oise, de la Seine-Inférieure, de la Somme, de la Marne, de Seine-et-Marne, comme on peut le voir autour de Reims, d'Epernay, etc., d'abord le manque de l'étage danien, et ces couches de silex roulés, brisés, provenant de l'usure de de la craie, accompagnés d'argiles ou de limons rougeâtres, qu'on trouve entre l'étage sénonien ou craie blanche et l'étage suessonien, représenté par ses poudingues, ses grés glauconieux ou ses lignites.

« Pour les discordances d'isolement, elles sont aussi très-nombreuses. Elles sont marquées, d'abord, par le manque, sur le dernier étage crétacé sénonien, de l'étage suessonien, ce qui indique un mouvement géologique entre les deux, comme on le voit, même dans une grande partie du nord-est à l'ouest du bassin anglo-parisien. La même chose existe à Maëstricht et en Bohême; sur 30 degrés de largeur, en Russie; sur une aussi grande surface de l'Amérique septentrionale et au Chili. Les discordances d'isolement sont encore marquées, par le manque sous l'étage suessonien, des derniers membres des terrains crétacés; ce qui annonce bien positivement qu'un changement de niveau géologique a eu lieu par suite d'une perturbation entre la fin des terrains crétacés et le premier étage tertiaire; car, sans cela, ces étages seraient régulièrement superposés, comme nous les voyons sur les points où la série s'est déposée sans interruption. Les points où nous avons constaté ces discordances d'isolement sont surtout les suivants : A Orgon, où l'étage suessonien (faciès terrestres analogues à celui de Rilly-la-Montagne) repose directement sur l'étage crétacé néocomien, avec une *lacune de six étages;* au pilon de Saint-Vallier, près de Grasse, où il repose sur l'étage jurassique oxfordien, avec une *lacune de dix étages* au-dessous; au Vit, près de Castellanne, où il repose sur l'étage jurassique sinémurien, avec une *lacune de seize étages;* dans les montagnes Noires (Aude), où il repose sur les terrains paléozoïques, avec une *lacune de vingt étages.* Pour ces dernières discordances, elles sont si considérables, que la stratification ne pourrait donner l'âge de ces lambeaux, et qu'alors la paléontologie seule peut amener à en déterminer l'époque d'une manière précise. On voit, par ce qui précède, que les limites inférieures sont largement tracées.

« Les limites stratigraphiques supérieures sont encore plus marquées; et bien qu'on ait toujours réuni l'étage parisien à l'étage suessonien, en faisant un tout sous le nom d'éocène, nous espérons prouver que les deux époques sont aussi distinctes l'une de l'autre par la stratification que par leurs faunes respectives. D'abord, si ces deux étages dépendaient d'une seule et même époque, on devrait les trouver partout superposés, comme ils le sont dans le bassin parisien, où il n'y a pas de lacunes; on ne devrait jamais les rencontrer isolés l'un de l'autre, et ils devraient avoir en tout les mêmes allures et les mêmes faunes. Ce sont là, au moins, les conditions indispensables de tous les étages. Si, au contraire, ce sont deux époques distinctes, il doit s'être manifesté, entre les deux, un mouvement géologique qui les a souvent isolées l'une de l'autre, qui a changé leurs allures respectives, et a séparé nettement leurs deux faunes. Cette distinction ainsi posée, voyons les limites stratégraphiques d'isolement que nous avons constatées.

« Nous avons reconnu l'étage parisien isolé sans l'étage suessonien, sur tout le lambeau tertiaire du département de la Manche, à Orglandes, à Hauteville, et à Sainte-Colombe, ce qui montre que même dans le bassin anglo-parisien il y a des discordances d'isolement. Nous avons reconnu le même isolement pour le lambeau de Faudon, d'Ancelle et de Saint-Bonnet, dans les Hautes-Alpes. Les fossiles le prouveraient encore pour le lambeau des Diablerets, près de Bex. De tous les fossiles cités comme éocènes dans les États-Unis, nous n'avons encore vu que l'étage parisien, et aucune forme de l'étage suessonien. On trouverait donc sur tous ces points l'étage parisien entièrement isolé et séparé de l'étage suessonien par une discordance d'isolement, tout à fait en rapport avec les limites respectives des faunes.

« D'un autre côté, nous trouvons l'étage suessonien sous l'étage parisien à Saint-Palais, près de Royan; il en est de même en Espagne, à Columbres, à San-Vicente de la Barquera; à Briaritz, à Peyrorade, à Saint-Martory, à Coniza, à Montolieux, au mont Alaric. Le même isolement existe, dès lors, sur toute la longueur de la chaîne des Pyrénées, où les dernières couches disloquées dépendent de l'étage suessonien, entièrement isolé de l'étage parisien, qui le recouvre ordinairement sur tous les points sans lacunes, où la superposition normale existe. Les vastes surfaces de cet étage dans les Bouches-du-Rhône et le Var, sont encore

isolées, comme à Orgon, à Vitrolles, à Martigues, au Beausset, à la Cadière. Il en est ainsi du lambeau du pilon de Saint-Vallier, route de Grasse à Castellane ; du lambeau de Vit près de Castellane, et d'autres disséminés dans les Basses-Alpes. Un isolement semblable existe fréquemment dans le Vicentin et le Tyrol ; il se voit encore en Crimée, en Egypte, et même sur tout le versant méridional de l'Himalaya, et dans la province du Cutch (Indes-Orientales).

« Ces faits d'isolement si nombreux des étages suessonien et parisien ne permettent pas de douter qu'il ne se soit manifesté entre les deux une perturbation géologique qui, en changeant la circonscription des mers et les niveaux aqueux de ces époques, les a isolés l'un de l'autre, et a laissé à chacun en particulier des allures aussi distinctes que leurs faunes respectives. On voit donc que l'étage suessonien est aussi nettement séparé de l'étage parisien que le sont toutes les époques les plus tranchées des autres périodes, et sur lesquelles presque tous les géologues sont d'accord.

Déductions tirées de la position des couches. — « Les couches presque horizontales, ou légèrement inclinées vers le centre, qu'on observe tout autour du bassin maritime anglo-parisien, nous porteraient à croire que les parties visibles sont restées intactes, pour ainsi dire, comme elles se sont déposées durant l'époque suessonnienne. Les dépôts de Saint-Palais, près de Royan, dans le bassin pyrénéen, en couches presque horizontales, paraissent aussi former une partie intacte du bord septentrional de l'ancienne mer, telle qu'elle s'est déposée. A côté de ces parties respectées par les révolutions géologiques, que trouvons-nous dans les Basses-Pyrénées, en Espagne, et, en général, sur les deux versants de la chaîne des Pyrénées? Tous les travaux des géologues et nos observations personnelles nous prouvent que, depuis Biaritz jusqu'à la Méditerranée, les couches suessoniennes ou nummulitiques ont subi partout l'effet d'une forte dislocation, qui a plus ou moins incliné les couches après leur dépôt. Comme sur toute la chaîne, les dernières couches disloquées sont, en même temps, ces couches nummulitiques, ainsi que l'ont reconnu les savants auteurs de la carte géologique de France, nous devons croire que la perturbation qui a déterminé la séparation de l'étage suessonien de l'étage parisien est ce même mouvement géologique de dislocation auquel on peut attribuer, avec certitude, la surélévation de la chaîne des pyrénées. Non-seulement nous avons, comme on le voit, des discordances marquées entre les étages suessonien et parisien, mais encore nous aurions entre les deux, comme moteur de ces discordances, la saillie si remarquable du *Système des Pyrénées* de M. Elie de Beaumont.

« En réunissant, comme le font beaucoup de géologues, sous le nom d'*éocène* les étages suessonien et parisien dans la même époque, par ce seul motif qu'il y a concordance de stratification dans le bassin anglo-parisien, et qu'il y a mélange accidentel d'un bon nombre d'espèces des deux faunes à la partie supérieure de l'étage à Cuise-la-Motte seulement, on ne pourrait expliquer logiquement aucun des faits de discordances d'isolement que nous avons signalés, pas plus que les allures distinctes de ces deux étages, que la séparation positive des deux faunes respectives ; et, pour nous servir des paroles d'un savant si justement illustre, que nous aimons à citer, on mettrait ainsi *l'étage éocène à cheval sur la chaîne des Pyrénées*, ce qui, géologiquement parlant, nous paraît impossible.

« En séparant, au contraire, l'étage suessonien de l'étage parisien, comme nous l'avons fait depuis plusieurs années (1834), on a l'explication du mouvement géologique qui a isolé les deux étages, en donnant à chacun en particulier des allures spéciales et des faunes distinctes. Les étages ne seront plus à cheval sur les Pyrénées, et, au contraire, les limites stratigraphiques entre les deux seront marquées par la surélévation de la chaîne des Pyrénées.

Composition minéralogique. — « A mesure qu'en remontant dans les étages géologiques nous nous rapprochons de l'époque actuelle, nous voyons la composition minéralogique des couches varier de plus en plus, et ressembler davantage à ce que nous trouvons sur les côtes de nos mers. Si, en effet, les sédiments des couches qui ont subi de fortes dislocations sont profondément modifiés et ont tout à fait changé leur nature primitive, on retrouve, au contraire, dans le bassin anglo-parisien, le moins tourmenté, des sables encore pulvérulents, des argiles non consolidées, et tous les éléments sédimentaires d'une mer récemment abandonnée par les eaux.

« Parcourons rapidement quelques points des bassins, pour prouver ce que nous venons d'avancer. Dans le bassin anglo-parisien nous trouvons, par exemple, dans un cercle très-restreint, à Cuis, sur l'étage sénonien, des argiles plastiques minces, des alternances de marne grise et noire avec *cerithium*, *melanopsis* et *cyclas*, puis des sables grossiers avec *unio* et *teredina*, recouverts d'une épaisse couche d'argile sans fossiles ; à Champillon, à Mutigny, à Quatre-OEufs, près d'Ay, des couches alternes d'argile plastique et de lignites, recouvertes par des couches minces de sable, d'argile marneuse, et enfin par des marnes sableuses ; au Mont-Bernon, des argiles, puis un calcaire d'eau douce marneux jaune avec *physa*, *planorbis*, graines de *chara*, recouvert de marne bleue, sans coquilles, de lignites avec *cerithium* et *nerita*, de sable blanc, de sable jaune fin, de gros sable à *unio*, et de sable jaune. Aux environs de Reims, nous trouvons à Mailly, à Cran-de-Ludes, sur la craie, un limon rouge, avec silex concassés, des argiles sulfurées avec gypse, du sable blanc et des marnes argileuses, le tout sans fossiles. Autour de Rilly-la-Montagne, nous avons

reconnu, à Voisillon, des alternances de sable, d'argile et de lignites avec de nombreux fossiles (*melanopsis*, *nerita corbula*, *turritella*, etc.). A la carrière de Rilly même, ce sont des sables blancs, au-dessus desquels se trouve le calcaire si remarquable de Rilly, rempli de *physa*, d'*helix*, de *pupa*, etc. A Vaugirard, sous l'étage parisien, on trouve deux bancs d'argile plastique, séparés par un banc de sable fin. M. Charles d'Orbigny a reconnu, à Meudon, les couches inférieures, composées d'un conglomérat avec débris de mammifères, de reptiles et de coquilles marines, celles-ci recouvertes par de l'argile feuilletée, par des lignites avec grandes paludines et anodontes, ensuite par des marnes blanches, et enfin par l'argile plastique exploitée. D'après M. Graves, on trouve à Bracheux, d'abord de la craie blanche avec un lit superficiel de silex brisé, du sable gris avec de nombreux galets de toute dimension, deux lits de sable gris chlorité avec coquilles marines; du sable argilo-quartzeux jaune-roux, contenant des coquilles entières de *cardita* et d'*arca*, souvent dans leur position normale d'existence; des lits de coquilles écrasées ou de calcaire blanc friable; trois bancs horizontaux d'*ostrea bellovacina* posés à plat, et enfin des sables argileux remaniés. Ces couches sont inférieures aux sables glauconieux de Cuise-la-Motte, où l'on trouve le *nerita schemidelliana* (*conoidea*), avec des *nummulites* nombreuses, comme dans le fond de la vallée de Suessonnais. En résumé, on voit qu'aucun caractère minéralogique constant ne peut être pris exclusivement aux autres dans le bassin anglo-parisien; on peut dire seulement que les argiles plastiques dominent au sud, les lignites et les marnes à l'est, et les sables dans le Soissonnais au nord.

« Dans le bassin pyrénéen, nous voyons à Royan, aux couches inférieures, un calcaire blanc rempli de foraminifères et d'échinides; une série de couches calcaires, renfermant des ossements de tortues et de petites nummulites; puis un grès quartzeux compacte, et enfin du sable pulvérulent, avec des huîtres. Dans les Basses-Pyrénées, ce sont des calcaires gris sableux, avec nummulites; sur le versant méridional des Pyrénées, comme dans le bassin de l'Adour, ce sont des calcaires entièrement pétris de nummulites ou des argiles nummulitiques; à Saint-Martory, des calcaires blancs, remplis de crustacés; à Conzia et à Montolieux, une argile bleue remplie de petites nummulites, d'*alveolina* et de nombreux fossiles, parmi lesquels le *nerita schemidelliana* (*conoidea*), alternant avec des grès; sur le versant des montagnes noires, des calcaires noirs avec la *physa* de Rilly.

« Dans le bassin méditerranéen, nous voyons d'un côté, à Orgon, à Vitrolles, un calcaire d'eau douce blanc compacte, contenant quelques-unes des espèces terrestres de Rilly; à Saint-Vallier, un calcaire jaune ou compacte, entièrement formé de petites et de grandes nummulites et d'échinides. Au Vit, près de Castellane, ce sont les gypses diversement colorés, recouverts de grès et d'argiles noirâtres alternant avec des grès et contenant des cérithes, des dentales, etc. A Ronca, en Italie, c'est un calcaire noir pétri des coquilles. Sur le revers méridional de l'Himalaya, ce sont des couches solides, mais renfermant les mêmes nummulites et alvéolines qu'à Montolieux. Ce qui précède démontre qu'on ne peut pas plus assigner de caractères minéralogiques constants à cet étage qu'aux autres, et qu'il présente, au contraire, suivant les lieux et les couches, toutes les alternances et les différentes compositions locales qui se forment sur les côtes actuelles.

« *Puissance connue.* — M. Graves indique seulement, pour les lignites, la puissance de 112 mètres à Bettembos, de 101 mètres à Solente. A Columbres, sur le versant méridional des Pyrénées, M. de Verneuil évalue l'épaisseur de l'étage à 100 mètres environ. En Angleterre, M. d'Archiac évalue à 345 mètres la puissance à Alumbey. M. Gras évalue à 1,000 mètres l'épaisseur des couches marines qui avoisinent Colmars (Basses-Alpes); et M. Eugène Raspail donne aux couches d'eau douce 412 mètres de puissance dans le ravin de Souiras, près de Gigondas (Vaucluse).

« *Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.* — Nous connaissons dans l'étage suessonien, des dépôts purement terrestres des dépôts littoraux mélangés de produits terrestres et marins, des dépôts sous-marins faits à peu de profondeur, et des dépôts pélagiens probablement déposés à de plus grandes profondeurs dans les mers.

« *Points terrestres.* — La présence seule de coquilles terrestres ou fluviatiles, telles que les genres *helix*, *pupa*, *cyclostoma*, *lymnea* et *physa*, qu'on trouve à Rilly-la-Montagne (zone du *physa gigantea*), au mont Bernon, nous prouve que ces dépôts se sont faits dans de petits lacs d'eau douce; peut-être doit-on regarder comme analogue la couche à *paludina* et à *anodonta*, reconnue à Meudon par M. Charles d'Orbigny, et les couches de Mareuil-Lamotte et de Mirecourt, contenant les coquilles fluviatiles seulement. La même chose existe, mais sur une plus vaste échelle, dans le département de Vaucluse, près de Gigondas, et dans les Bouches-du-Rhône, à Orgon, à Vitrolles, aux Beaux, aux Monts, à Peynier, à Canet, près de Mareuil, à Simiane, près de Gardanne, à Mimet, à Saint-Victoret, aux bords de l'Arc, à Rognac, à Fuveau, à Duc près de Velaux, à Auriol, à Martigues, à Langresse et au quartier du Montaiguet, près d'Aix; dans le Var, à Aups. Nous regardons encore comme dépôt du même âge terrestre les couches à *physa gigantea* des montagnes noires, les couches à *physa gigantea* de Munnoor, de Chioknée et de Sechel-Hills, dans l'Inde, où l'on ne rencontre que des coquilles terrestres ou fluviatiles.

Points littoraux. — « Les lignites de Poisillon, près de Rilly, de Quatre-OEufs, près

d'Ay, des parties supérieures du mont Bernon, de Ciry-Salsogne, de Dizy-la-Rosière (Marne); d'Antheuil, de Gilocourt, de Boulincourt, de Saint-Sauveur, de Salency (Oise), et de beaucoup d'autres points du bassin, qui renferment à la fois des coquilles marines littorales, telles que des *vénus* des *corbula*, des ostrea et des coquilles que par analogie nous savons être fluviatiles, comme des *melanopsis*, des *lemania*, etc.; les alternances et même le mélange des fossiles marins de *teredina* avec les *unio* très-fluviatiles de Cuis, de Chavot (Marne), sont pour nous des points littoraux où de petites rivières ou ruisseaux venaient du continent voisin verser leurs eaux et mélanger leurs productions fluviatiles aux productions marines de la côte suessonienne. Ce sont des lambeaux de l'ancien littoral formés, sans doute, dans des golfes ou dans le fond de criques, où l'alternance des couches de sable et d'argile annonce pourtant toute influence des perturbations naturelles de nos côtes actuelles. Il nous est d'autant plus facile d'expliquer la formation de ces couches, que les lignites renferment encore beaucoup de débris végétaux qui ne peuvent se déposer que sur le littoral. Un autre fait très-remarquable, c'est que ces couches se trouvent principalement réparties au pourtour du bassin, tandis qu'elles manquent tout à fait ou sont rares au centre, circonstance en rapport avec leur composition. Le dépôt à poissons du Monte-Bolca et celui de Glaris, nous paraissent être littoraux, dans des golfes tranquilles, comme la mer actuelle nous en fournit des exemples.

Points sous-marins voisins des côtes ou peu profonds. — « Le grand nombre de coquilles de gastéropodes et de lamellibranches nous porte à croire que les couches de Bracheux, de Noailles, d'Abbécourt, de Retheuil, du grand Frenay; les couches inférieures de Cuise-la-Motte (Oise), de Soissons, de Laon, de Cormicy, de Villers-Franqueux (Aisne); celles de Roubia, de Coniza, du mont Alaric (Aude), de Biaritz (Basses-Pyrénées), de Royan (Charente-Inférieure), du Vit, près de Castellane (Basses-Alpes), se sont déposées non loin des côtes, ou au moins sur des points peu profonds, au-dessous du balancement des marées. Dans tous ces lieux, l'abondance des nummulites mélangées aux autres fossiles des couches à *nerita schemideliana* (*conoidea*) de Cuise-la-Motte (si bien explorées par MM. Graves et Levesque), de Soissons et de Coniza, nous porteraient à croire qu'ils étaient plus profonds que les autres. Les couches à *ostrea* et à *cardita* de Bracheux et de Laon renferment les coquilles dans leur position normale d'existence.

Régions pélagiennes. — « Les régions profondes sont bien caractérisées. Nous avons dit ailleurs qu'à 160 mètres de profondeur dans la mer actuelle, sur un point où des courants se font sentir, les sédiments étaient entièrement formés de foraminifères. Si, par analogie, nous cherchons dans quelles conditions devaient se former ces couches entièrement remplies de *nummulites*, d'*assilina*, d'*alveolina* et d'autres foraminifères, que nous voyons notamment aux parties inférieures de Saint-Palais, à Barkeras et sur beaucoup d'autres points du lit de l'Adour, dans les Landes, à Columbres, à San-Vicente de la Barquera et sur tout le versant méridional des Pyrénées espagnoles; à Montolieux (Aude), au pilon de Saint-Vallier (Var), à Bellune, au nord de Venise, au nord de Trieste, à Karsl, à Sardana, près de Trente; au Monte-Berichi, près de Vicence; dans le Cressemberg; en Crimée; en Egypte, et sur tout le versant méridional de l'Himalaya, nous pourrions croire qu'elles se sont déposées sur des points très-profonds des mers, agités néanmoins par des courants. L'étude de nos océans viendrait donc nous donner l'explication des différentes compositions minéralogiques et zoologiques des couches de cet étage et effacer toute apparence d'anomalie. Il est même curieux de voir qu'ici ces recherches sont encore en rapport avec les résultats géologiques; car les couches nummulitiques des Pyrénées étaient au centre du bassin avant que cette chaîne eût pris son relief actuel.

Oscillations du sol. — « Nous croyons pouvoir regarder comme un signe certain que les oscillations du sol ont existé durant la période suessonienne, le recouvrement, par des couches marines, des couches purement terrestres qu'on observe au mont Bernon, près d'Epernay. Il est certain que, pour que des couches terrestres pussent se conserver et se recouvrir de sédiments marins, il fallait, d'abord, un affaissement local du sol terrestre, qui a permis à la mer de le recouvrir de sédiments marins, effet connu des oscillations. Nous avons donc ici un affaissement. La composition des couches de Meudon, où l'on voit un conglomérat avec galets, renfermant des coquilles marines et des ossements, nous donne un dépôt côtier marin. Comme ces couches sont recouvertes par des lignites purement fluviatiles, il a fallu une oscillations en sens inverse, c'est-à-dire par relèvement, pour que des coquilles d'eau douce pussent vivre sur le même point où s'étendaient les eaux de la mer.

Perturbation finale. — « Quant aux argiles rougeâtres mélangées ou non de silex que nous voyons, autour de Reims et sur une infinité de points du bassin anglo-parisien, occuper, entre les dernières couches suessoniennes et les terrains crétacés, une position irrégulière de stratification, elles seraient le résultat du mouvement des eaux qui est manifesté à la surface des continents, entre la fin de la période crétacée et le commencement des dépôts tertiaires; mouvement qui aurait raviné, creusé, corrodé les couches supérieures de l'étage sénonien, dénudé et enlevé l'étage danien, que nous voyons manquer dans beaucoup de lieux. La grande quantité de galets qu'on trouve à la partie inférieure de l'étage suessonien à Meudon, dans presque tout le département

de l'Oise, si bien étudié par M. Graves, nous paraît encore le produit du mouvement des eaux déterminé par la perturbation géologique finale qui a séparé les dernières couches crétacées des premières couches tertiaires; ce qui est si probable, que ces galets, ces poudingues, sont souvent formés de silex et d'autres matériaux provenant, évidemment, de la dénudation des étages sénonien et danien.

Mélange supérieur. — « Nous devons répondre ici à un fait que, tout local et tout exceptionnel qu'il est, a néanmoins souvent été invoqué pour réunir les étages suessonien et parisien dans une seule époque (*Eocène*) : nous voulons parler du mélange des espèces suessoniennes et parisiennes qu'on trouve aux parties supérieures de l'étage supérieur à Cuise-la-Motte. Quand on voit, même dans le bassin parisien, les couches de Bracheux, de Châlons-sur-Vesle, de Noailles, d'Abbecourt, de Retheuil, de tous les environs de Reims, d'Epernay, et même de tout le reste du bassin anglo-parisien, renfermer toujours, sans aucun mélange, des coquilles spéciales à l'étage suessonien, on aurait dû considérer Cuise-la-Motte comme une simple anomalie; mais, comme on a préféré une opinion contraire, nous devons dire un mot de cette question. En parlant des mélanges, nous avons dit, relativement aux corps non flottants, que, lorsque deux étages se sont succédé dans un bassin marin, *sans discordances et sans intermédiaires*, on concevra que des dépouilles mortes de coquilles d'un étage antérieur pourront se trouver dans les sédiments, sur des points ou vivent ensuite les espèces de l'étage suivant, et qu'il y aura sur ces points mélange des deux faunes successives, sans que ces espèces aient vécu en même temps. C'est ici le fait de Cuise-la-Motte. Nous avons dit encore que, pour avoir la preuve de ces mélanges, on devait recourir aux lieux où ces mélanges n'existent pas. Quand on voit, même dans tout le reste du bassin parisien, d'un côté, les couches suessoniennes toujours avec leurs espèces propres, et partout ailleurs la faune de l'étage parisien parfaitement séparée ou superposée; quand on voit encore l'étage suessonien sans mélange dans les bassins pyrénéen et méditerranéen, comme à Biaritz, à Coniza, en Espagne, à Saint-Vallier, au Vit et sur les autres lieux du monde; quand on voit, de plus, l'étage parisien sans mélange à Blaye, à Faudon, en Belgique et aux Etats-Unis, on reconnaît que ces deux étages sont bien distincts, et qu'il faut prendre pour limites les points où les étages sont isolés, afin d'expliquer les mélanges, au lieu de généraliser une exception toute locale.

Caractères paléontologiques. — « Le caractère général le plus saillant de la faune de l'étage suessonien qui ressort de l'étude de l'ensemble, c'est que, comparativement aux 156 genres que nous voyons naître à cette époque, nous ne trouvons que 4 genres antérieurement nés, qui s'y éteignent. Ces résultats, parfaitement en rapport avec les divisions générales adoptées pour les terrains, prouveraient que l'étage suessonien est bien le commencement d'une nouvelle grande période, et dépend, dès lors, des terrains tertiaires. Ce que nous avons dit aux étages sénonien et danien, les derniers des terrains crétacés, où, au contraire, le nombre des genres qui s'éteignent est supérieur à celui des genres, qui apparaissent, viendrait encore corroborer ce résultat. Nous allons maintenant définir les caractères différentiels de cet étage,

Caractères négatifs tirés des genres. — « Pour séparer l'étage suessonien de l'étage danien, nous avons 9 genres qui, nés antérieurement, se sont éteints dans l'étage danien sans passer à celui-ci.

« Comme caractères négatifs différentiels des étages suessonien et parisien, nous avons 120 genres qui, encore inconnus au premier, ne paraissent que dans le dernier. Ces genres sont ainsi répartis dans les classes : parmi les mammifères, 17 genres; parmi les oiseaux 10 genres; parmi les reptiles, 2 genres; parmi les poissons, 21 genres; parmi les crustacés, 6 genres; parmi les mollusques gastéropodes 7 genres; parmi les mollusques lamellibranches 9 genres, parmi les mollusques bryozoaires, 3 genres; parmi les échinodermes, 5 genres; parmi les zoophytes, 27 genres; parmi les foraminifères, 13 genres.

Caractères positifs tirés des genres — « Les genres suivants, au nombre de 156, tous inconnus jusqu'à présent dans les terrains crétacés, seront autant de caractères positifs pour distinguer l'étage suessonien, où ils paraissent pour la première fois, de tous les étages inférieurs. Ces genres sont ainsi répartis dans les classes : parmi les mammifères, les genres *anthracotherium*, *lophiodon*, *lutra*, *canis*, *viverra* et *sciurus*; parmi les oiseaux, le genre *protornis*, etc., etc.,etc.

« Les genres spéciaux à l'étage suessonien, qui naissent et meurent dans cette période sans passer à l'étage parisien, sont autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour les distinguer zoologiquement. Ces genres sont au nombre de 40. Si nous joignons à ces quarante genres les 4 genres suivants, qui, nés dans les étages antérieurs, s'éteignent encore dans l'étage suessonien, sans passer à l'étage parisien : parmi les échinodermes, le genre *micraster*; parmi les zoophytes, les genres *lasmophyllia* et *perismilia*; parmi les amorphozoaires, le genre *guettardia*, nous aurons en tout 44 genres pouvant, aujourd'hui, donner des caractères positifs pour distinguer l'étage suessonien de l'étage parisien.

« En résumé, pour séparer l'étage suessonien des terrains crétacés, nous avons d'un côté, en caractères positifs, 156 genres, et en caractères négatifs, avec les deux derniers étages crétacés, 122 genres, ou, en tout, 278 genres susceptibles de fournir les caractères distinctifs.

« On a vu, aux considérations stratigra-

phiques, que la superposition concordait avec le classement des couches nummulitiques de tous les pays dans les terrains tertiaires ; nous allons, néanmoins, déduire ici quelques-uns des motifs plus spéciaux qui nous ont amené à ces conclusions. Nous avons fait remarquer, depuis longtemps, dans nos travaux sur les foraminifères, que les dernières couches des terrains crétacés ne contiennent, nulle part, de *nummulites* ni d'*assilina*. Tout le monde peut vérifier ce fait dans le bassin anglo-parisien ; et lorsqu'on y compare les autres pays, on arrive au même résultat. Toutes nos recherches sur les lieux, ainsi que toutes les collections que nous avons pu consulter, le prouvent de la manière la plus certaine. On a, il est vrai, indiqué des nummilites à Royan, d'autres associées aux *hippurites* ou *radiolites* des terrains crétacés des Martigues. Nous nous sommes assuré que ces soi-disant nummulites étaient des *orbitoides* des mieux caractérisés ou des *alveolina*. Il suffit de comparer leur structure respective pour reconnaître la différence. Voici *pour les terrains crétacés le fait négatif.*

« Où se trouvent les *nummulites* dans le bassin anglo-parisien? Tous les géologues savent combien elles abondent dans le Suessonais, aux environs de Compiègne, de Cuise-la-Motte, de Laon ; et, assurément, aucun doute, en voyant ces nummulites du bassin anglo-parisien qu'elles n'appartiennent aux terrains tertiaires. Voilà *pour les terrains tertiaires le fait positif.*

« Maintenant, nous demandons où l'on devra classer les couches à nummulites des autres points du globe que nous avons vus être, par leur position stratigraphique, sur le même niveau géologique que les couches à nummulites du bassin parisien ? Serait-il logique de le placer dans les terrains crétacés, qu'on sait ne contenir aucune nummulite ? ou devra-t-on, adoptant les résultats conformes de la stratification et de la paléontologie, les placer dans les terrains tertiaires? Il nous semble que la question ainsi posée sera facile à résoudre ; et nous ne balançons pas à réunir dans les terrains tertiaires les couches remplies de nummulites de Saint-Valier, de Coniza, de Biaritz, de Saint-Palais; les couches à nummulites des bords de l'Adour, des deux versants des Pyrénées, de l'Himalaya, d'Egypte, d'Italie, etc. ; en un mot, toutes les couches nummulitiques connues.

« Nous avons, pour séparer les étages suessonien et parisien, d'un côté, en caractères positifs, 44 genres ; d'un autre côté, en caractères négatifs, 120 genres, ou en tout 164 genres pouvant donner des caractères distinctifs. Nous espérons que ces caractères tirés des genres, les caractères stratigraphiques déjà indiqués à la stratification, réunis aux caractères tirés des espèces, ne laisseront plus de doutes sur la distinction de ces deux étages.

Caractères paléontologiques tirés des espèces. — « Sans compter les nombreuses espèces d'animaux vertébrés, d'animaux annelés et de plantes s'élevant à quelques centaines, nous avons, en animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 678 espèces, dont nous avons donné, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t II, p. 297 et suiv.), les noms discutés, la synonymie et les principales localités où elles se trouvent. En retranchant de ce nombre les 8 espèces suivantes communes entre les couches supérieures de l'étage suesson en et l'étage parisien :

Beloptera belemnitoidea,
Chemnitzia lactea,
Ancillaria canalifera,
Fusus longævus,
Crassatella scutellaria,
— ponderosa,
Cardita planicosta,
Venus oblonga,

il restera encore 670 espèces caractéristiques de cet étage qui pourront servir à le faire reconnaître sur toutes ses formes minéralogiques et dans tous ses divers facies.

« Pour corroborer ce que nous avons dit aux genres de l'assimilation des couches nummulitiques des autres points du monde avec les couches nummulitiques du bassin anglo-parisien, nous avons, outre ces caractères généraux, des espèces identiques qui viennent nous prouver leur parfaite contemporanéité. Pour le démontrer, nous donnons la liste suivante des espèces les plus caractéristiques, et surtout des espèces qui, comme on pourra le voir au *Prodrome*, se trouvent sur plusieurs points à la fois et les relient ensemble :

MOLLUSQUES.

c. Nautilus Rollandi.
a. Physa columnaris.
— gigantea.
a b c. Turritella carinifera.
a. — edita.
c. — Ataciana.
a. Chemnitzia lactea.
a. — costellata.
a. Natica perusta.
a. — suessoniensis.
c. Natica acutella.
Nerita globulus.
a b. — schemidelliana (conoidea. Lam).
b. — zonaria.
a. Cyprea levesquei.
a b. Voluta ambigua.
a. Rostellaria fissurella.
a. Pleurotoma Lajonkairei.
b. Fusus longævus.
a. Cerithium combustum.
c. Cerithium baccatum.
a b. — vulcanicum.
c. Dentalium Castellanense.
b. Teredo Tournali.
Panopæa intermedia.
c. Venus Verneuilii.
c. — substransversa.
a. Cyclas Gardannensis.
a. — Matheroni.
c. Crassatella rhomboidea.
c. Pecten Thorenti.
c. Spondylus bifrons.

c. Chama Ataxensis
a. Ostrea eversa.
— Bellovacina.
b. — multicostata.
* — Pyrenaica.
* — Sowerbyana.
c. Terebratula Montolearensis.

ÉCHINODERMES.

Conoclypus subcylindricus.
d. Schizaster vicinalis.
c. Schizaster subincurvatus.
c. Hemiaster obesus.
d. — verticalis.
d. Brisopsis elegans.
c. Pygurus politus.
d. — subsimilis.

ZOOPHYTES.

c. Flabellum Dufrenoyi.
c. Trochocyathus sinuosus.
* Aplocyathus cyclolitoides.

FORAMINIFÈRES.

c. Orbitoides papyracea.
b. * Nummulites scabra.
a b. * — nummularia.
c. * — spissa.
a b. * — planulata.
* — rotula.
* Assilina depressa.
c. Operculina ammonea.
* Alveolina melo.
a. * — ovoidea.
a. * — oblonga.

« D'après ce qui précède, on voit que les dépôts suessoniens terrestres du bassin parisien, ceux de la Provence, des Montagnes-Noires, non-seulement ont une composition générique semblable, mais encore des espèces répandues sur tous les points. Le *physa columnaris* d'Epernay se rencontre en Provence. Le *physa gigantea* de Rilly-la-Montagne se trouve dans les Montagnes-Noires et dans l'Inde, ce qui prouve leur parfaite contemporanéité. Indépendamment du *nerita schemidelliana* (*conoidea*) si caractéristique, que nous voyons à la fois, près de Soissons, de Cuise-la-Motte, à Croutoy, à Houdainville, à Villeneuve-les-Choudins (Aude); dans le Vicentin, à Ronca; dans le Tyrol, à Trente; surtout dans l'Inde, à Vagé-Ké-Pudda, province de Cutch, et qui forme l'horizon géologique marin le plus marqué, nous avons encore, pour identifier l'âge contemporain de l'étage nummulitique des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, un grand nombre d'autres espèces identiques; ainsi l'on voit, dans la liste précédente, les 12 espèces précédées d'un astérisque (*) se rencontrer en même temps en Europe et dans l'Inde. Les espèces précédées d'un *a*, au nombre de 20, se trouvent, à la fois, dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen. Les 11 espèces précédées d'un *b* se rencontrent dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen. Les 25 espèces marquées d'un *c* se trouvent dans les Pyrénées et en Provence; et enfin, les 4 espèces marquées d'un *d* se trouvent à Saint-Palais et à Biaritz. Ces quelques explications suffiront pour prouver qu'avec la superposition identique, qu'avec un ensemble de faune semblable, la contemporanéité des différents points indiqués à l'extension géographique ne peut plus laisser de doutes.

Chronologie historique. — « Une perturbation géologique dont nous avons les traces a certainement amené la fin de la période crétacée. C'est alors qu'ont été anéantis un grand nombre de genres et toutes les espèces de l'étage danien. Lorsque l'agitation a cessé, et que le calme s'est rétabli à la surface du globe, sont nés, dans l'étage suessonien, 136 genres inconnus aux étages inférieurs; et, outre un très-grand nombre d'espèces d'animaux vertébrés et annelés, 678 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, connues aujourd'hui, nous donnent une idée de la composition très-curieuse de cette nouvelle faune des terrains tertiaires, si différente des faunes des derniers étages crétacés.

« Nous voyons encore sur quelques points les mers conserver, à peu près, la même circonscription, tandis que, sur d'autres, ces mers changent complétement de forme. Les mers suessoniennes, tout en laissant de larges atterrissements, conservent, en effet, les mêmes limites sur tout le nord et l'est du bassin anglo-parisien, où, bien en dedans des terrains crétacés, le cercle se restreint toujours. Au sud, la circonscription se restreint encore plus; car on ne paraît pas trouver de traces de l'étage beaucoup au delà d'une ligne qui partirait de Montereau, Meluu, Paris, Houdan et Louviers. Cette mer s'étendait en Angleterre sur une ligne irrégulière, N.-E. et S.-O., depuis Dorchester jusqu'au nord de la Tamise, dans le Dorretshire, le Wiltshire, le Surrey, le Berkshire et le Herefordshire, sur une ligne parallèle qui s'étendait probablement bien plus au nord. Dans le bassin pyrénéen, la mer paraît avoir eu, au nord, les mêmes limites que les terrains crétacés, si l'on en juge par le lambeau de Royan, et tout pourrait faire croire qu'elle s'étendait de l'Océan Atlantique actuel jusqu'à la Méditerranée, et occupait toute la place où se trouve, aujourd'hui, la chaîne des Pyrénées et une partie de l'Espagne. Dans le bassin méditerranéen, la mer change tout à fait de place. Elle n'occupe plus la Provence, recouverte de lacs d'eau douce; mais elle se montre au-dessus de Grasse (Var); son littoral occidental s'étend, ensuite, à l'O.-N.-O., à Castellane, et paraît suivre à peu près la ligne occupée, aujourd'hui, par la chaîne des Alpes, à Annecy, et de là jusqu'à Glaris. De ces limites occidentales, la mer couvrait, à l'est, sans doute toute la Sardaigne, l'Italie, le Vicentin et le Tyrol, une partie de la Suisse, et communiquait peut-être avec l'Egypte, la Crimée, le Caucase, et le versant de la chaîne de l'Oural, jusque dans l'Inde.

« Les continents ont également changé de forme; ils s'agrandissent tout autour du bassin parisien, d'une vaste surface. Un lac d'eau douce existe à Rilly-la-Montagne. Au nord du bassin pyrénien, le continent, non

interrompu, se continue de l'Océan à la Méditerranée. Un grand lac d'eau douce couvrait une partie de la Provence comprise entre Orgon, Martigues et Aix. Le continent s'étendait jusqu'à Grasse, près de Castellane, à l'ouest d'Annecy, près de Glaris, et bien plus au N.-E.

« Les mers se sont enrichies d'un grand nombre d'animaux inconnus jusqu'alors. Les rivages étaient animés par une quantité innombrable de poissons, parmi lesquels les poissons pleuronectoïdes, ou poissons plats, se montrent pour la première fois, en même temps que les crustacés stomapodes et qu'une multitude de mollusques nouveaux, tels que des *beloptera*, des *oliva*, des *triton*, des *cassis*, des *terebra*, des *donax*, des *teredina*, etc, etc. Les échinodermes ne sont pas moins multipliés, et avec des formes nouvelles, comme les *schizaster*. Il en est de même des zoophytes, et surtout des foraminifères, qui semblent compenser par leur nombre l'infériorité de leurs dimensions. C'est alors que vivaient loin des côtes ces nummulites qui forment des montagnes entières dans la chaîne des Pyrénées, et qui ont servi à élever les anciennes pyramides des Egyptiens. On peut, en effet, juger du temps qu'il a fallu pour que des couches de centaines de mètres de puissance pussent se former, presque exclusivement, pour ainsi dire, des dépouilles de quelques petites espèces de coquilles. On voyait, avec tous ces animaux, les plantes marines suivantes, empruntées à M. Brongniart :

Cryptogames amphigènes.

ALGUES.

Confervites thoreæformis, Brong. Bolca.
Caulerpites Agardhiana, Br. B.
C. pinnatifida, Br. B.
Zonarites flabellaris, Stern. B.
Z. millifidus, Sternb. Salcedo, Vic.
Gigartinites obtusus, Brong. Bolca.
Delesserites Lamourouxii, Sternb. Bolca.
D. Spathulatus, Sternb. Bolca.
D. Bertrandi, Sternb. Bolca.
D. Gazolanus, Sternb. Bolca.

Monocotylédones (Naïades).

Zosterites tæniæformis, Brong. Vicentin.
Halochloris cymadocæoides, Ung. Bolca.
Potamogeton Tritonis, Ung. Bolca.
P. Naiadum, Ung. Bolca.

« Les continents n'étaient pas moins bien partagés, car ils montrent, pour la première fois, de nombreux animaux mammifères et des coquilles terrestres. C'est alors, en effet, que se montrent les genres perdus, *anthracotherium*, *lophiodon*. En même temps que les genres chiens (*canis*), loutres (*lutra*), martres (*viverra*), et écureuils (*sciurus*), que nous connaissons dans la nature actuelle : naissent aussi beaucoup d'oiseaux nouveaux, et toutes les coquilles terrestres et fluviatiles (*Helix*, *pupa*, *bulimus*, *cyclostoma*, *physa*, *planorbis*, etc.). Avec tous ces animaux, la végétation devait être très-variée : aussi M. Brongniart indique-t-il la flore suivante :

Cryptogames acrogènes.

HÉPATIQUES.

Marchantites sezannensis Brong. Sézanne.

FOUGÈRES.

Pecopteris Pomelii, Br. Sézanne.
Tæniopteris Bertrandi, Br. Vicent.
Asplenium Wegmanni, Brong. Sézanne.
Polypodites thelypteroides, Brong. Sézanne.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetum stellare, Pomel. Oise.

CHARACÉES.

Chara helicteres, Brong. Paris.

PALMIERS.

Flabellaria rhapifolia, Sternb. Vignacourt, Somme.
F. maxima, Ung. Oise, Crisolles.
Palmacites echinatus, Brong. Soissons.

CONIFÈRES.

Pinites macrolepis, Brong. Paris.

TAXINÉES.

Taxites acicularis, Brong. Lign. Cassel.
T. diversifolius, Br. Lign. Cassel.

DICOTYLÉDONES ANGIOSPERMES.

Betulinum parisiense, Ung. Paris.

LÉGUMINEUSES.

Œnothérées.
Trapa arethusæ, Ung. Bolca.

« La présence sous la zone torride, dans l'Inde, des mêmes espèces de coquilles terrestres et marines que nous trouvons en France, jusqu'au 50° de latitude, prouve qu'il y avait, sur ces points, si disparates aujourd'hui pour leurs faunes, identité de température terrestre et marine, et que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas encore.

« Les *oscillations* du sol étaient fréquentes, à en juger par les faits que nous avons exposés.

« La puissance des dépôts indique que la période suessonienne a dû avoir une longue durée ; mais, comme toutes les autres, la vie, l'animation, y auraient tout à coup été interrompues par la dislocation de la chaîne des Pyrénées, qui se serait élevée à la fin de cette époque géologique, et aurait causé une perturbation générale à la surface du globe. C'est, en effet, à la fin de cet étage qu'on doit certainement rapporter la dislocation de l'O. 18° N., à l'E. 18° S., qui forme tout le *Système des Pyrénées* de M. Elie de Beaumont, puisque les couches nummulitiques sont elles-mêmes disloquées sur toute la longueur de la chaîne. La dislocation du pays de Bray, celle de Boulonnais en France, du Surrey, du Sussex, en Angleterre, paraissent encore s'être effectuées à la même époque, ainsi que tous les changements donnés par les discordances. Les dénudations en seraient le résultat immédiat et visible, ainsi que la séparation des faunes. »

STIGMARIA. — Les découvertes récentes de MM. Lindley et Hutton ont jeté beaucoup

de lumière sur cette famille très-extraordinaire de plantes fossiles maintenant perdues (924).

Le centre de la plante est formé par un tronc ou tige en forme de dôme, d'un diamètre de trois ou quatre pieds, et dont la substance était probablement molle et charnue. La surface en est légèrement ridée, et est couverte en même temps de points circulaires peu distincts.

Les bords de ce dôme donnent naissance à plusieurs branches horizontales dont le nombre varie de neuf à quinze, suivant les individus. Quelques-unes de ces branches se bifurquent plus ou moins près du dôme, et on les trouve toujours brisées à peu de distance; aussi, bien que le plus grand fragment de cette sorte que l'on ait encore rencontré ne fût long que de quatre pieds et demi, il n'en est pas moins probable que ces branches étendues, lorsqu'elles étaient arrivées à leur plus haut point de développement, n'avaient pas moins de vingt à trente pieds de long (925). Chacune d'elles a sa surface recouverte de tubercules disposés en spirale, et ressemblant à ceux que l'on voit chez les oursins à la base des épines. Chaque tubercule donnait naissance à une feuille cylindrique, et probablement charnue, qui s'étendait jusqu'à plusieurs pieds de la branche, dans toutes les directions. Les feuilles, que l'on trouve ordinairement comprimées, pénètrent suivant tous les sens dans la substance du grès ou du schiste où elles sont ensevelies; leurs traces ont été suivies jusqu'à une longueur de trois pieds, et l'on assure même davantage (926).

On rencontre des fragments de ces plantes en très-grande abondance dans plusieurs des couches qui accompagnent la houille; et on les a signalées depuis longtemps au sein du grès que l'on désigne sous les noms de *gannister* et de *crowstone*, dans les houillères des comtés d'York et de Derby; on les avait prises à tort pour des fragments de tiges de cactus.

La découverte des dômes centraux dont nous avons parlé, en même temps que la longueur et la conformation des feuilles et des branches, rendent fort probable que les stigmaria étaient des plantes aquatiques qui se traînaient sur la vase des marécages, ou qui flottaient à la surface de lacs petits et tranquilles, comme le font de nos jours les *stratiotes* et les *isoetes*. Dans ces situations, les stigmaria ont pu être entraînées par les mêmes inondations qui ont effectué le transport des fougères et des autres végétaux terrestres qui leur sont associés dans la formation houillère. La forme du tronc et des rameaux prouve que ce n'ont pu être des végétaux qui se soient soutenus dans l'air; ils ont dû, par conséquent, ramper sur le sol, ou flotter à la surface des eaux (927). C'étaient probablement des végétaux dycotylédones, et leur structure interne établit entre ces plantes et les euphorbiacées quelques analogies.

SYNCHRONISME DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES. *Voy.* MAUPIED.

T

TABLEAU DES PROFONDEURS AUXQUELLES SE TROUVENT DANS LA MER LES GENRES CONNUS DES COQUILLES VIVANTES. *Voy.* ANIMAUX MARINS.

TAPIR. *Voy.* MAMMIFÈRES.

TARGIONI. *Voy.* GÉOLOGIE.

TECTIBRANCHES *Voy.* GASTÉROPODES.

TÉLEOSAURE. *Voy.* CROCODILES.

TEMPÉRATURE DE LA MER. *Voy.* ANIMAUX MARINS. — *Son influence sur la distribution des animaux marins.* — *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

TEMPÊTES, *leur action sur les dépôts de sédiments.* — *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

(924) On a trouvé seize échantillons de nature semblable sur une étendue de six cents verges carrées du schiste qui recouvre le gisement de houille de Bensham, à la houillère de Jarrow près de Newcastle, et à une profondeur de douze cents pieds.

(925) Il paraîtrait, d'après les coupes qu'ont données Lindley et Hutton d'une branche de stigmaria (*Flore fossile*, pl. CLXVI), que l'intérieur n'était qu'un cylindre creux dont les parois étaient composées exclusivement de vaisseaux spiraux, et entouraient une moelle épaisse; ces figures font voir en outre qu'à l'aide d'une coupe transversale on y trouvait une structure ayant quelque analogie avec celle des conifères, mais dépourvue de cercles concentriques, et offrant des espaces vides au lieu du tissu des rayons médullaires. On ne connaît aucune plante vivante qui offre une semblable structure.

Ces rameaux cylindriques sont ordinairement aplatis d'un côté, probablement le côté inférieur. Tout près de cette dépression se voit un axe excentrique libre, ou cœur ligneux, entouré de faisceaux vasculaires qui communiquent avec les tubercules extérieures, et rappellent l'axe interne des tiges de certaines espèces de cactus.

(926) Toutes ces conditions sont celles qu'une plante flottant habituellement avec ses feuilles étendues dans toutes les directions aurait conservées après avoir été entraînée au fond d'un golfe, pour y être graduellement enveloppée dans les sédiments d'une boue vaseuse.

(927) La forme et la position des feuilles, si on suppose qu'elles se sont développées dans tous les sens à la surface des branches suspendues horizontalement dans les eaux, n'ont dû subir que peu de changement pendant leur transport dans la mer ou dans le fleuve, non plus que lorsqu'elles sont tombées au fond pour y être ensevelies dans un sédiment de vase ou de sable. Cette hypothèse semble trouver un nouvel appui dans l'observation que l'on a faite à Jarrow que les extrémités des branches *descendent* du dôme vers la surface du lit de houille au-dessus duquel on les rencontre.

TERRAINS DE TRANSITION. *Voy.* PALÉOZOÏQUES.

TERRAINS STRATIFIÉS, *leur mode de formation* suivant M. Maupied. — *Voy.* MAUPIED.

TERRAINS ÉOCÈNES. *Voy.* SUESSONIEN.

TERRE. Nous n'avons pas l'intention de donner ici une théorie de la terre. Les hypothèses qui ont été inventées à ce sujet ont été discutées dans différents articles de ce *Dictionnaire*. (*Voyez* COSMOGONIE, LAPLACE, FEU CENTRAL, GODEFROY, etc.) Les idées géogéniques de M. Godefroy seront ici seules l'objet de notre examen.

M. Godefroy, après avoir fait remarquer la témérité des évaluations de M. Boubée relatives au nombre d'années nécessaire, aux divers âges du globe, pour le refroidissement progressif de la terre, expose les arguments de M. Poisson contre la théorie du feu central, et discute celle qu'il y substitue. M. Godefroy n'en accepte ni l'une ni l'autre; il préfère en imaginer une qui soit à lui tout seul.

Voyons d'abord comment il met aux prises M. Poisson et les géologues plutoniens (928).

« L'illustre auteur de la *Théorie mathématique de la chaleur* voulut savoir quelle portée avait, dans ces recherches, l'élément invoqué par certains géologues, et pourtant toujours négligé par ceux-là mêmes qui prétendaient en faire la base fondamentale de la géologie moderne.

« Ces supputations des *plutoniens*, ces déductions chronométriques les plus exclusives et les plus exagérées, M. Poisson vient les soumettre à l'épreuve d'un calcul rigoureux; et il se trouve que, dans cette supposition d'une incandescence originelle ou d'une chaleur centrale, ce serait par myriades de millions de siècles, par centaines de myriades de millions de siècles qu'il faudrait compter l'âge de chacun des terrains géologiques même les plus superficiels; et que, pour exprimer l'âge des premiers terrains, il nous faudrait autant de chiffres qu'il y a de grains de sable sur le bord de la mer.

« Après avoir exposé que la chaleur centrale de la terre augmenterait la température de la surface, à l'époque actuelle, de 0°, 02658 ou d'un quarantième de degré, le célèbre géomètre établit qu'il devrait s'écouler plus de mille millions de siècles pour que cette valeur fût réduite à moitié (929).

« Dans le mémoire précédemment cité, il reproduit les mêmes démonstrations, et il en expose le résultat en ces termes : *Si l'accroissement (de température) observé dans le sens de la profondeur, provenait réellement de la chaleur d'origine (c'est-à-dire comme l'entend M. Poisson, de la chaleur centrale), il s'ensuivrait qu'à l'époque actuelle, cette chaleur initiale augmenterait la température de la surface même, d'une petite fraction de degré; mais, pour que cette petite augmentation se réduisît à moitié, par exemple, il faudrait qu'il s'écoulât plus de mille millions de siècles; et, si l'on voulait remonter à une époque où elle pouvait être assez considérable pour influer sur les phénomènes géologiques, on devrait rétrograder d'un nombre de siècles qui effraye l'imagination la plus hardie, quelle que soit d'ailleurs l'idée que l'on puisse avoir de l'ancienneté de notre planète* (930).

« De ces déductions mathématiques il résulte en toute évidence, que l'hypothèse de la chaleur centrale est en opposition formelle avec tous les principes fondamentaux de la géognosie; que dans cette hypothèse, aucune règle chronométrique ne peut être tirée de l'observation des terrains ni des fossiles; qu'enfin tout l'édifice de la géognosie, cette science si positive, s'écroule avec cette hypothèse, puisqu'on a constaté une différence de dix degrés entre la température du milieu de l'époque si récente des terrains tertiaires et celle de l'époque actuelle, et que par conséquent l'âge des terrains que recouvre notre *diluvium* répondrait à des millions de millions de siècles.

« M. Poisson, comme géomètre, ne s'arrête pas à ces conséquences inévitables : il accorde même, si l'on veut, qu'aucune de ces conséquences ne soit une objection contre cette opinion des géologues; il ne lui oppose que des difficultés directes, que des difficultés intrinsèques. Il lui oppose que la température extérieure serait excessive à moins de 60,000 mètres de profondeur, et qu'au centre, où cette température surpasserait deux cent mille degrés, et dans la plus grande partie de sa masse, les matières dont la terre est formée se trouveraient à l'état de gaz incandescents, tellement condensés, néanmoins, que leur densité moyenne surpasserait cinq fois celle de l'eau. Il lui oppose que pour contenir ces matières à ce degré de compression et de chaleur, il faudrait une force dont on ne saurait se faire aucune idée; que la couche solidifiée du globe ne pourrait résister à l'effort des couches fluides intérieures pour se réduire en vapeurs; que ces couches intérieures, par leur tendance à se dilater, dont on connaît toute la puissance, auraient brisé l'enveloppe solide extérieure, à mesure qu'elle se serait formée (931).

« L'impossibilité de concevoir la formation d'une enveloppe solide à un globe constitué comme l'entendent les géologues, avait déjà frappé le premier de nos physiciens. *Ceux qui admettent la liquidité du noyau intérieur*

(928) Si les idées particulières de M. Godefroy n'ont pas grande valeur au point de vue de la théorie de la terre, celles qu'il discute sont exposées par lui et réfutées d'une manière intéressante quoique incomplète. (JÉH. (DE ST-CL.)

(929) *Théor. math. de la chaleur;* chap. 12; *Mouv. de la chaleur dans l'intér. et à la surf. de la terre*, p. 408 et suiv.

(930) *Mémoire sur la température de la partie solide du globe*, p. 15 et 16.

(931) *Théor. math. de la chal.*, c. 12; et *Mém. sur les temp. du globe.*

de la terre, disait M. Ampère, *paraissent ne pas avoir songé à l'action qu'exercerait la lune sur cette énorme masse liquide, action d'où résulteraient des marées analogues à celles de nos mers, mais bien autrement terribles, tant par leur étendue que par la densité du liquide. Il est difficile de concevoir comment l'enveloppe de la terre pourrait résister, étant incessamment battue par une espèce de levier hydraulique de* 1,400 *lieues de longueur* (932).

« En renonçant donc à la chaleur centrale pour rendre raison de l'élévation de température qu'on observe à mesure que l'on pénètre plus profondément dans l'intérieur de la terre, M. Poisson propose une autre explication de ce phénomène. Cette explication, il la fonde sur la supposition de l'inégalité de température des régions de l'espace que la terre traverse, en s'y mouvant avec le soleil et tout le système planétaire, et sur les variations correspondantes de chaleur qui en résulteraient pour la terre. Dans cette explication, l'accroissement de température de la terre à partir de sa surface serait sensiblement uniforme jusqu'à une profondeur d'environ 7,000 mètres; mais, à cette profondeur, cette température du globe, atteignant son *maximum*, et diminuant au delà, l'influence de l'inégalité de température de l'espace disparaîtrait entièrement vers 60,000 mètres de distance à la surface. Puis, la température de la surface du globe, il y a 5,000 siècles, aurait surpassé celle qui a lieu aujourd'hui d'environ 200°, et 500 siècles avant l'époque où nous vivons, cette température de la surface n'aurait excédé que d'à peu près 5° celle de l'époque actuelle.

« *Dans cette théorie*, fait observer ici M. Poisson, *la température moyenne de la superficie varie avec une extrême lenteur, mais incomparablement moindre que la partie de la température qui serait due à la chaleur d'origine, si elle était encore sensible à l'époque actuelle. De plus, cette variation est alternative, et peut ainsi concourir à l'explication des révolutions que la couche extérieure du globe a subies ; au lieu que la partie de la température, qui pourrait être due à l'autre cause, diminue continuellement et sans alternative* (933).

« Nous ne voyons pas en quoi cette variation alternative pourrait concourir à l'explication des révolutions de la surface du globe. Toutes les études des terrains et des fossiles nous montrent les températures terrestres en décroissance avec la succession des temps. Il est hors de doute qu'à l'époque des terrains de transition et des premiers terrains secondaires, la température de la superficie terrestre a été absolument uniforme et indépendante des latitudes ; et que, depuis cette époque, la plus ancienne dont nous puissions vérifier la date, la température moyenne n'a pas cessé de s'abaisser, jusqu'au moment où *la terre fut donnée aux enfants des hommes.* (*Ps.* CXIII) (934). Mais nous voyons que, si dans cette théorie la température moyenne de la superficie varie avec une lenteur *incomparablement moindre* que dans l'hypothèse de la chaleur centrale, ce décroissement de la température est encore infiniment plus lent que le décroissement constaté par l'observation des phénomènes géologiques.

« Nous pouvons dire, sans craindre de nous tromper, qu'en assignant une durée encore aussi prodigieuse et aussi exhorbitante à l'accroissement ou au décroissement d'une température acquise, M. Poisson n'a fait que sacrifier à l'exigence du principe qu'il invoque. Le mouvement propre du soleil, auquel il a recours, s'opère avec une lenteur telle, que, dans les opérations même les plus délicates, et dans les calculs qui embrassent les plus longues périodes, il n'est pas distingué et ne saurait être distingué d'une fixité mathématique. Un mouvement qui doit se soutenir pendant des siècles pour être appréciable, exige sans doute des milliers de siècles pour que son influence puisse altérer les températures terrestres. Il a donc fallu attribuer, à l'action de l'accroissement ou du décroissement de ces températures, une durée qui fût en rapport avec la longueur de la mystérieuse révolution qu'on a imaginée.

« Mais avons-nous besoin de recourir à cette influence plus que problématique, pour rendre raison de l'élévation de température qu'on observe au-dessous de la surface du globe? avons-nous besoin de recourir à cette translation de la terre dans d'autres régions de l'espace, et à cette inégalité de chaleur de ces régions que rien ne justifie et que rien ne peut autoriser ? *Nous est-il permis d'ignorer* que la formation définitive ou la constitution physique de la terre a précédé celle du soleil ? Nous savons qu'immédiatement après sa formation, la terre opérait encore sa révolution dans les régions supérieures de l'atmosphère primitive de la masse génératrice de tout le système solaire ou planétaire. Les mêmes circonstances qui ont fait que cette atmosphère primitive n'a pu opposer qu'une résistance insensible

(932) *Théorie de la terre*, par M. Ampère. *Revue des Deux-Mondes.* — M. Poisson oppose encore aux vues des *plutoniens* que, même dans cette supposition d'une incandescence originelle ou d'une fluidité ignée, la solidification du globe aurait encore commencé par le centre ; que, dans cette supposition *inadmissible*, les parties extérieures ou les plus voisines de la surface, en se refroidissant les premières, auraient dû descendre à l'intérieur, et être remplacées par des parties internes qui seraient venues se refroidir à la superficie, pour redescendre ensuite à leur tour. (*Théor. math. de la chal.*, chap. 12. — *Mém. sur les temp. du globe*, p. 11 et 12.)

(933) *Mémoires sur les températures du globe*, p. 15.

(934) Nous ferons observer à M. Godefroy qu'il serait plus exact de dire que jusqu'à l'étage subapennin qui a précédé l'avénement de l'homme sur la terre, il n'y a pas eu de lignes isothermes sur notre planète, et la température y a été absolument indépendante des latitudes. La localisation des faunes et des flores ne date que de l'époque actuelle. (Jén. (de St-Cl.))

aux corps qui la traversaient, n'ont-elles pas dû agir sur la température des couches extérieures de notre globe? Les effets résultant immédiatement et nécessairement d'un fait aussi positivement révélé que celui de la formation de la terre avant l'organisation du *grand luminaire*, sont bien plus satisfaisants et beaucoup plus compréhensibles que ceux qu'on veut attribuer à une incertaine inégalité de chaleur des régions de l'espace parcourues par la terre, dans un mouvement tout à fait insaisissable (935).

« Ceux qui regardent la *Genèse* comme le livre dicté par l'esprit de Dieu comprendront toute la portée de cette déduction, si légitime d'ailleurs. A ceux qui ne reconnaissent d'autre autorité que l'autorité de la science de l'homme, nous proposerons une considération qui ne sortira pas du cercle étroit qu'ils se sont tracé.

« Nous dirons à ces derniers : La science des hommes nous apprend que la terre a été créée à l'état de matière *vide et vaine*, à l'état de molécules élémentaires, ou, pour parler un langage purement scientifique : *Toutes les théories modernes, fondées sur les données les plus positives que nous fournissent l'astronomie, la physique et la géologie, admettent que la terre était primitivement à l'état gazeux, à l'état de vapeur;* c'est-à-dire *dans l'état d'un fluide aériforme dont la densité ne peut dépasser un maximum relatif à son degré de chaleur, et qui se liquéfie ou se solidifie dès que l'on augmente la pression qu'il éprouve sans changer sa température.* Nous leur dirons : *La température de la terre dépendait alors du lieu qu'elle occupait dans l'espace; mais, indépendamment des attractions et répulsions qui n'ont lieu qu'entre les molécules voisines, et qui produisent la force élastique des fluides aériformes, égale et contraire à la pression qu'ils supportent, les molécules de la terre étaient aussi soumises à leur attraction mutuelle, en raison inverse du carré des distances; et de cette force il est résulté, sur toutes les couches de la masse fluide, une pression nulle à la surface, et croissante de la surface au centre. C'est cette pression croissante*, leur dirons-nous encore avec les savants, *et non pas une température extérieure beaucoup moindre que celle du fluide, qui a fait que* les couches les plus voisines du centre se sont d'abord solidifiées, à raison de l'excessive pression qu'elles éprouvaient (936). Mais ici nous leur ferons observer que cette pression, qui allait décroissant du centre à la circonférence, *où elle était nulle*, n'a pu déterminer la solidification entière des dernières couches de l'enveloppe du globe. Nous leur ferons observer que les molécules de ces dernières couches, soumises à une pression infiniment moins puissante, n'ont pu être élaborées par cette compression, comme les molécules des couches centrales. Pour celles-là, la déperdition ou l'expulsion du calorique n'a pu se faire avec la même rapidité ; et leur superposition n'a dû constituer que des couches concentriques dans un état de mollesse ou d'intumescence analogue à la quantité de calorique qu'elles retenaient. On conçoit en effet que, la pression, diminuant progressivement d'intensité du centre à la circonférence, laquelle n'avait à supporter que le poids des molécules de la mer et de l'atmosphère, les effets de cette énorme compression produite primitivement par le poids de la masse du globe, ont dû diminuer dans la même progression (937).

« Cependant la science ajoute que *les couches suivantes se sont solidifiées ensuite à une température et sous une pression moindre; et ainsi de suite, de proche en proche, jusqu'à la superficie* (938). Et, comme ici nous ne voulons rien dire que ce qu'elle dit elle-même, nous répéterons avec elle que, *en se solidifiant ainsi du centre à la surface, et, si l'on veut, en continuant à se refroidir après être devenue entièrement solide, la terre a pu perdre, depuis longtemps, toute sa chaleur d'origine* (939). *La terre a pu perdre, depuis longtemps, toute sa chaleur d'origine!* Mais qui pourra nous apprendre si elle a déjà perdu toute sa chaleur d'origine? Comment saurons-nous si elle ne continue pas encore à se refroidir POUR LA PREMIÈRE FOIS? Or, si personne n'a reçu la mission scientifique de sonder les profonds recoins de l'univers ou de la création, quelle nécessité d'aller faire réchauffer notre globe dans des régions inconnues de l'espace, pour le voir refroidir ensuite? Pourquoi vouloir assigner une autre cause de la différence de température des lieux profonds et de la surface de la terre, lorsque nous connaissons la véritable cause, lorsque la science humaine concourt si merveilleusement avec la science divine pour nous donner l'explication de ce phénomène? Il ne s'agit plus ici d'une chaleur d'ignition, d'une incandescence originelle, d'une chaleur centrale ; ainsi nous n'avons pas besoin d'accumuler des centaines de myriades de millions de siècles pour supputer les temps qui ont précédé l'époque actuelle. Et puisque, d'un autre côté, nous n'avons jamais eu besoin de recourir à l'influence périodique d'une incalculable révolution dans l'immensité de l'espace, et que rien ne nous oblige à donner telle ou telle durée à l'action de la température originelle de notre globe, nous laisserons aux géologues, seuls juges compétents de la matière, le soin de constater, par l'observation des phénomènes géologiques, l'étendue des progrès du décroissement de la température terrestre.

(935) Voici les idées cosmogoniques, particulières à l'auteur, qui reparaissent. Déjà, à l'article GODEFROY, nous avons vu en parlant de l'œuvre du troisième jour, la singulière théorie qu'il imagine pour donner de la lumière et de la chaleur aux plantes créées ce jour-là. Nous y renvoyons le lecteur. (JÉH. (DE ST-CL.)

(936) *Mém. sur la temp. du globe*, p. 12.— *Théor. math. de la chal.*, p. 429.

(937) M. Godefroy nous paraît faire ici de très-mauvaise physique et rien n'est plus arbitraire que de pareilles idées théoriques. (JÉH. (DE ST-CL.)

(938) *Théorie mathém. de la chal.*, p. 429.

(939) *Ibid.*

« Quant au degré de température de cette couche extérieure du globe, et à la limite de l'accroissement de cette température dans le sens de la profondeur, rien ne s'oppose à ce qu'on adopte les bases proposées par M. Poisson ; c'est-à-dire qu'on peut admettre, avec le physicien géomètre, qu'à une profondeur d'environ 7,000 mètres la température du globe atteint son *maximum*, et surpasse d'environ 107 degrés celle de la superficie, et qu'au delà de cette limite elle diminue, pour disparaître entièrement vers 60,000 mètres de distance à la surface. On pourrait même, sans inconvénient, donner une plus grande extension aux effets de cette cause primordiale ; et même on pourrait, avec M. de Boucheporn, attribuer à cette cause l'existence d'une couche visqueuse ou fluide entre le noyau *solidifié par écrasement*, et la pellicule extérieure solidifiée *par le refroidissement* (940). Mais il y a certaines limites qu'il n'est pas permis de dépasser. Il est démontré que, depuis 2,000 ans, le jour sidéral n'a pas varié de $1/100^{e}$ de seconde, ou que la diminution de la température de la *masse totale* du globe a été moindre de $1/200^{e}$ de degré ; c'est-à-dire qu'il est démontré qu'en 2,000 ans la terre n'a pas éprouvé la plus légère diminution dans ses dimensions. Ce résultat, qui, dans l'hypothèse d'une fluidité centrale, détruit tous les fondements de la chronologie des géologues, est une nouvelle confirmation de la théorie que nous opposons aux *plutoniens*, puisque dans nos principes le volume du globe est à très-peu près invariable, et indépendant du décroissement de la température de sa croûte extérieure, de son écorce superficielle.

« Evidemment, les deux méthodes que nous venons d'exposer, ces deux méthodes qui s'appuient sur le même principe, et qu'en réalité nous déduisons également de l'économie de la narration sacrée, rendent raison de l'accroissement de température des lieux profonds du globe, tout aussi bien que l'immersion accidentelle de la terre dans des régions de l'espace d'une température plus élevée que celle des régions qu'elle occupe aujourd'hui.

« Dans cet exorde, si propre à concilier les théories de la terre les plus opposées, il n'est plus question, pour expliquer certains phénomènes géologiques, de faire de la terre un noyau de comète, une déjection incandescente du soleil, une étoile éteinte, un soleil encroûté. Le phénomène de la chaleur propre du globe terrestre est la conséquence et comme le résultat nécessaire de sa procession de la masse moléculaire de la création, que l'esprit de Dieu ou le principe calorifique tenait à l'état de gaz ou de vapeurs au milieu des ténèbres universelles.

« On comprend combien cette théorie, que nous présentons avec toute la confiance que doit nous inspirer sa conformité entière avec le plan de création tracé dans la *Genèse*, peut répandre de clarté et de lumière sur l'interminable querelle des *Neptuniens* et des *Plutoniens* (941).

« En faisant de notre planète tantôt un laboratoire chimique et tantôt une machine hydraulique, les géologues se sont appliqués à tout déduire d'un feu souterrain, ou ils se sont amusés à tenir en suspension, dans une mer universelle, tous les éléments des substances actuellement observables ; mais leurs conceptions n'ont jamais embrassé l'universalité des phénomènes, parce que ni les uns ni les autres n'ont pu remonter jusqu'à leur première cause. La solidification des gaz et la volatilisation des solides est aujourd'hui la base fondamentale de la chimie et de la physique. Ce même principe doit incontestablement servir de base à toute théorie synthétique sur la formation de la terre, et sur les changements arrivés à sa surface. Alors tous les phénomènes géologiques et cosmogoniques dériveront d'un seul et même fait, du fait de la gazéité de la matière de la création ; et le procédé que la nature a suivi dans la composition progressive des globes de l'univers nous sera entièrement dévoilé. Mais c'est aux physiciens qu'il appartient de déterminer les effets de cette cause primitive, unique, générale, qui a présidé à l'organisation des corps célestes.

« Déjà M. Ampère, d'accord sur ce point avec M. Poisson et avec MM. Davy, Gay-Lussac, Becquerel, etc., a démontré que la fluidité de la masse intérieure du globe est inadmissible, et que tous les foyers de chaleur dont l'existence nous est révélée par les phénomènes géologiques ont nécessairement leur siége à une très-faible profondeur.

« Dans l'impuissance où ils se trouvent de repousser les objections du célèbre physicien, les géologues plutoniens répondent : *qu'on pourrait admettre qu'il existe au centre des matières qui nous sont inconnues, et qui resteraient infusibles à la plus grande chaleur* (942).

« Et les géologues, qui font cette réponse désespérée, sont ceux-là mêmes qui enseignent que, *au moment de la création, la terre était un globe fluide et incandescent, une déjection incandescente et fluide du soleil* (943) ; et ces mêmes géologues, qui renient ainsi leurs propres principes, proclament en ce même lieu *qu'il n'est aucune pierre, aucun métal, si réfractaire, qui puisse rester solide à la profondeur de 20 ou 25 lieues, et qui ne doive y être dans un état complet d'incandescence et de fluidité* (944).

« Plus tard, s'étant aperçus qu'à ce compte

(940) *Théorie nouvelle des révolutions du globe.* Communication faite à l'Académie des sciences, séance du 15 juillet 1844.

(941) Nous pensons que M. Godefroy se fait d'étranges illusions et que ses idées n'auront point cette brillante fortune. (Jén. (de St Cl.)

(942) *Géologie élémentaire*, par M. Nérée Boubée, p. 13. 1re édit.

(943) *Tableau de l'état du globe à ses différents âges*, par M. N. Boubée.

(944) *Géolog. élém.* par le même, p. 13, 1re édit. Les corps les plus réfractaires seraient à l'état de gaz

la température du centre de la terre serait de plus de 200,000 degrés, ils ont imaginé, pour échapper à cette conséquence absurde, de mettre des limites à cet accroissement de température en raison de la profondeur : *On conçoit*, disent-ils aujourd'hui, *que cette progression ait un terme; car la température centrale de la terre ne peut pas être plus grande maintenant que lors de la formation du globe ou que lors de la fusion générale de toutes les matières qui le composent* (945). Mais alors les difficultés que leur oppose M. Ampère, avec tous les physiciens et les géomètres, restent dans toute leur force : aussi jugent-ils à propos aujourd'hui de passer sous silence ces malencontreuses objections. Puis, il faut bien le dire, on ne conçoit nullement que cette progression ait un terme; on ne conçoit pas que cette progression puisse avoir d'autre terme, à cause de la pression toujours croissante de la circonférence au centre, que la solidification de la masse centrale par l'expulsion du calorique, à moins qu'on ne veuille recourir à la volatilisation de cette masse centrale, dont la puissance matérielle sous un volume égal est si supérieure à celle de son enveloppe solide (946). Comme cette dernière supposition est par trop insoutenable, et que d'ailleurs elle ne répond à aucune des difficultés que soulève l'hypothèse d'une incandescence originelle, il faut de toute nécessité que les géologues plutoniens s'attaquent tout à la fois aux formules algébriques des géomètres et aux impossibilités matérielles des physiciens.

« En attendant, nous ferons observer à ces derniers, aux physiciens aussi bien qu'aux géomètres, que, si l'hypothèse d'une incandescence originelle ou d'une fluidité centrale, comme l'entendent les plutoniens, c'est-à-dire d'une fluidité solaire ou stellaire, va directement contre le récit de la *Genèse*, la théorie d'une chaleur originelle est le complément indispensable d'une cosmogonie qui assigne au ciel et à la terre, ou à tous les globes de l'univers, une même nature et une origine commune, de même qu'elle est la seule qui puisse satisfaire à toutes les conditions du problème que présente la géologie.

« Dans la théorie de M. Ampère, si remarquable à certains égards par sa coïncidence avec la théorie mosaïque, tous les phénomènes géologiques s'expliquent avec la plus grande facilité; et, comme nous n'avons en vue dans cet essai que le triomphe de la vérité, nous ne pouvons mieux faire que de transcrire le passage suivant, extrait des Mémoires et des leçons du grand physicien.

« *L'hypothèse d'un noyau non oxydé, déjà présentée par Davy* (947) *comme la seule admissible, explique très-bien les volcans, sans qu'on ait besoin de supposer que la terre ait en elle une chaleur énorme, qui serait due à l'état de fusion de toute sa partie intérieure. En effet, cette masse non oxydée est une*

à une profondeur beaucoup moindre; car il n'est aucun de ces corps qui ne se volatilise à une chaleur de 400 degrés, et d'après les géologues les plus modérés, la chaleur augmenterait d'un degré par 30 mètres de profondeur.

Au reste, il faut bien que cette chaleur ne vienne pas d'un foyer commun, puisque l'expérience prouve tous les jours que son accroissement peut être deux et même trois fois plus grand dans une contrée que dans une autre.

(945) *Géolog. élém.* par M. Nérée Boubée, p. 12, 3e edit.

(946) La densité moyenne du sphéroïde terrestre est de 5,44, celle de l'eau étant 1. D'où il résulte que la densité des couches centrales doit dépasser de beaucoup la densité du platine écroui, qui est 22 fois plus grande que celle de l'eau; augmentation de densité démontrée d'ailleurs par l'accroissement de la pesanteur, par les calculs hydrostatiques et par les observations astronomiques.

(947) Cette idée du célèbre Davy a été adoptée par nos plus habiles physiciens qui attribuent les phénomènes de la chaleur des lieux profonds du globe et tous les phénomènes volcaniques, soit à l'action des métaux qui possèdent à un haut degré la propriété de décomposer l'eau, tels que le potassium, le sodium, le calcium, le silicium, le magnesium, etc., soit aux actions électriques résultant du contact immédiat des différents métaux.

La cause productrice des volcans, suivant M. Gay-Lussac, est une affinité très-énergique et non encore satisfaite entre les substances que le contact a mises à même d'agir les unes sur les autres; d'où résulte une chaleur suffisante pour fondre les laves, et pour donner aux fluides élastiques dégagés dans ce travail de la nature, une force capable de les élever et de les verser à la surface de la terre. (*Réflexions sur les volcans. Annales de chimie*, t. XXII).

M. Becquerel a émis en plus d'une occasion l'opinion qu'il doit se produire dans le sein de la terre, au contact de l'eau avec les masses minérales, des phénomènes analogues à ceux qui se manifestent entre le platine et le paroxyde de manganèse, placés aux deux extrémités du fil d'un galvanomètre, et plongés l'un et l'autre dans l'eau. M. Becquerel pense donc que les masses minérales qui composent l'écorce du globe, doivent se charger d'une quantité considérable d'électricité, et déterminer, dans certaines circonstances, de puissantes commotions, comme il arrive aux deux métaux, dans le fait qu'il a observé le premier.

Déjà on a appliqué les effets électro-chimiques à l'explication de la chaleur qui s'observe dans l'écorce de la terre, et de plusieurs phénomènes géologiques; on a expliqué ainsi le bouleversement arrivé le 2 février 1838 dans le vallon de Sassari, où le terrain fut rehaussé et déchiré en tous sens.

Dans les *Instructions de l'Académie pour l'expédition scientifique en Scandinavie*, on expose que les phénomènes électriques ont pris aujourd'hui une telle importance, en raison de leur relation avec un grand nombre de phénomènes naturels, qu'il faut les prendre en considération lorsqu'on étudie ces derniers.

Il y a tout lieu de croire, portent ces instructions, qu'il existe des courants électriques parcourant les veinules métalliques conductrices de l'électricité, qui établissent la communication entre la partie non oxydée du globe et les liquides venus de la surface par des interstices, comme les déjections volcaniques en sont une preuve évidente, et d'où résulte une réaction chimique énergique, pendant laquelle la partie non oxydée prend l'électricité positive, et la partie oxydée l'électricité négative. De là une foule de décompositions, de compositions nouvelles, etc.

source chimique intarissable de chaleur, qui se manifestera toutes les fois qu'un corps viendra former avec elle quelque combinaison; de sorte qu'un volcan en activité semblerait n'être autre chose qu'une fissure permanente, une correspondance continuelle du noyau non oxydé avec les liquides qui surmontent sa couche oxydée (948). *Toutes les fois qu'a lieu cette pénétration des liquides jusqu'au noyau non oxydé, il se produit des élévations de terrain; et c'est un effet qu'on pouvait prévoir, puisqu'on sait que le métal, en s'oxydant, doit augmenter de volume* (949).

« *La chaleur résultant de l'action chimique doit avoir son maximum d'intensité au point où se fait la combinaison, c'est-à-dire à la surface de contact de la partie oxydée avec le noyau métallique; et de là elle doit se propager non-seulement vers l'extérieur du globe, mais aussi vers son intérieur. On voit, d'après cela, que la marche de la chaleur dans l'intérieur du globe est une marche centripète : à mesure que l'oxydation de la croûte va plus avant, la région des actions chimiques, source de la chaleur, s'approche du centre, et la chaleur dégagée se propage, en s'affaiblissant, du dehors vers le dedans; de sorte que, si les métaux étaient moins bons conducteurs, on pourrait supposer que ce centre est très-froid.*

« *Ce que nous venons de dire paraît, au premier abord, être en opposition avec les faits observés. On a reconnu, en effet, qu'à partir de la surface, et jusqu'à une certaine profondeur, la température va toujours en augmentant; et on s'est pressé d'en conclure que l'augmentation continue à aller jusqu'au centre, ou au moins jusqu'au noyau liquide. Les observations sont bonnes, mais la conclusion est attaquable. Remarquons d'abord que cette augmentation de température, à partir de la surface jusqu'à une certaine profondeur, ne fournit pas matière à une objection; dans notre hypothèse même elle est nécessaire, puisque le* maximum *d'intensité de la chaleur doit être au point de contact du noyau métallique avec la couche oxydée* (950). *Ajoutons que l'homme s'enfonce au plus à une lieue en terre; de sorte qu'il ne peut observer ce qui se passe que sur 1/1400e du diamètre du globe. Conclure de ce qui s'observe dans cette petite fraction du diamètre ce qui a lieu dans toute son étendue est d'une extrême légèreté; et c'est au contraire, en physique, une règle imprescriptible, qu'on ne doit considérer une loi comme générale que lorsqu'elle a été observée directement dans la plus grande partie de l'échelle* (951).

« Les savants n'ont pas toujours procédé avec la réserve que leur commandait cette règle imprescriptible; et, dans plus d'une occasion, ils ont porté la hardiesse de leurs conceptions aussi loin que les poëtes et les mythologistes. L'hypothèse d'une fluidité ignée ou d'une incandescence originelle une fois admise, les astronomes, les physiciens et les géologues du siècle dernier se sont accordés pour nous menacer d'une ruine générale, quand la chaleur centrale viendra à nous abandonner. La chaleur du soleil, disent-ils, ne forme qu'une très-petite partie de celle dont nous ressentons l'heureuse influence. La terre, qui se refroidit tous les jours, est destinée à voir successivement s'engourdir toutes ses générations animées, et à n'être, dans les siècles futurs, qu'une masse glacée et dépourvue de vie.

« *On trouve par un calcul fort simple*, écrivait à Voltaire l'illustre et infortuné Bailly, *qu'il faut que la terre ait en hiver un fond de chaleur environ* 150 *fois plus considérable que celle qu'elle reçoit dans le même temps du soleil (M. de Mairan trouve* 500 *fois, par un calcul qui me paraît exact), et* 25 *fois plus grande que celle des rayons d'été... On a été longtemps sans doute à faire croire aux hommes que la lune, qui les éclaire, n'est pas lumineuse par elle-même. Comment leur persuader, en hiver, lorsque le froid les pénètre,*

(948) « On peut faire, avec une petite masse de potassium, une expérience qui représente en miniature les bouleversements qui ont dû avoir lieu sur le globe terrestre, quand une substance jusqu'alors gazeuse est tombée à l'état liquide sur ce globe, dont la surface était de nature à agir chimiquement sur elle. Pour cela il suffit de projeter en l'air de l'eau, de manière à ce qu'elle retombe en gouttes imperceptibles sur ce globe de potassium. A mesure qu'elle y arrive, chaque molécule d'eau est décomposée; son hydrogène, à cause de l'élévation de température qui se produit, brûle avec une petite flamme semblable à celle d'un volcan; il se fait au point de contact une petite cavité, qui est le cratère, et l'oxyde de potassium se relève sur les bords en formant un monticule, dont le cratère occupe le centre. » (*Revue des Deux-Mondes*, 1er juillet 1833; *Théorie de la Terre, d'après M. Ampère*, p. 102.)

(949) « Il reste un grand monument des bouleversements qu'a produits sur le globe la décomposition des corps oxygénés par les métaux dans l'énorme quantité d'azote qui forme la plus grande partie de notre atmosphère. Il est peu naturel de supposer que cet azote n'ait pas été primitivement combiné; probablement il l'était avec l'oxygène sous la forme d'acide nitreux ou nitrique. Pour cela il lui aurait fallu, comme on le sait, huit à dix fois plus d'oxygène qu'il n'en reste dans l'atmosphère. Où sera passé cet oxigène? Suivant toute apparence, il aura servi à l'oxydation de substances autrefois métalliques et aujourd'hui converties en silice, en alumine, en chaux, en oxydes de fer, de magnanèse, etc. Quant à l'oxygène qui existe dans l'atmosphère, ce n'est qu'un reste de celui qui ne s'est pas combiné avec des corps combustibles; joint à celui qui a été expulsé des combinaisons dans lesquelles il entrait par du chlore ou d'autres corps analogues. » (*Ibid.*, p. 105.)

(950) « La source de chaleur se trouve au contact de la couche non oxydée et de la croûte oxydée, et elle est due en grande partie à l'action chimique qui a lieu en cette région. Ajoutons qu'il existe, pour sa production, une cause secondaire dans les courants électriques qui résultent du contact de ces deux couches hétérogènes. Un autre effet des courants produit par cet immense couple galvanique se manifeste à la surface de la terre, dans la direction de l'aiguille aimantée. Les courants se produisent aussi au contact des couches des différents oxydes, mais moins énergiquement, en raison de la moindre conductibilité des oxydes. Leurs effets tendent à se manifester également à la surface de la terre. » (*Ibid.*, p. 107.)

(951) *Théorie de la Terre*, p. 105 et 106.

qu'ils éprouvent une chaleur 25 fois plus grande que celle du soleil en été; et en été, lorsque cet astre les brûle, qu'ils périraient de froid s'ils n'étaient échauffés que par ses rayons (952)? Buffon, dans ses *Epoques de la nature*, n'a pas été plus modeste dans son évaluation : il estime que la vie de la nature sensible s'éteindra dans 93,000 ans, époque à laquelle notre globe sera plus froid que la glace. Si quelques-uns de nos géologues plutoniens n'osent plus exprimer numériquement leurs pensées sur l'intensité et la durée de la chaleur terrestre, ils ne persistent pas moins à nous menacer d'une congélation générale à une époque plus ou moins reculée. *L'atmosphère*, disent-ils, *ne cessant de diminuer par la condensation des matières qui la composent, finira par disparaître successivement, à mesure que la chaleur centrale diminuera, que la croûte terrestre s'augmentera par-dessus et par-dessous, et que le globe s'approchera d'une inertie et d'une extinction plus complète. Alors il n'y aura plus de vie sur le globe, ou du moins, n'y ayant plus ni air ni chaleur, et les eaux ne formant qu'une masse de glace, aucun des êtres qui vivent aujourd'hui ne pourra y exister* (953).

« Mais nous savons aujourd'hui de science certaine que l'abaissement de la température a tout à fait cessé; que la chaleur primitive du globe, quelle qu'elle soit, ne contribue plus depuis longtemps à la température de sa surface, puisque la température des pôles et celle de l'espace où la terre se meut sont ramenées, ou à fort peu près, à l'équilibre. M. Laplace avait annoncé que la chaleur intérieure de la terre n'ajoute pas maintenant un cinquième de degré à la température moyenne de sa surface; mais des expériences décisives, dues à M. Fourier, nous ont appris que l'effet thermométrique de cette chaleur sur la température de la surface n'est pas même de la trentième partie d'un degré. C'est ce qui a fait dire à M. Arago, que *l'ingénieux roman des géologues s'est dissipé comme un fantôme devant la sévérité des calculs mathématiques, et que l'affreuse congélation du globe, dont Buffon fixait l'époque au moment où la chaleur intérieure se sera totalement dissipée, est un pur rêve* (954). »

Un peu plus loin, M. Godefroy rejette, et avec raison, l'idée bizarre de M. Boubée, qui forge à la terre, avec des matières métalliques, mercure, plomb, zinc, etc., une atmosphère impénétrable aux rayons solaires, jusqu'au quatrième jour, c'est-à-dire jusqu'à une époque où, d'après la *Genèse*, comme d'après la géologie, la terre, depuis longtemps sortie du sein des eaux, se couvrait de végétaux.

M. Godefroy termine son chapitre sur la *Théorie de la Terre* par la réfutation d'une opinion de M. Marcel de Serres, sur l'état de notre globe au troisième jour.

« Chez les cosmogonistes à *création double* (955), la terre avait, dès l'origine, *une lumière aussi vive qu'étincelante de clarté*, mais une lumière propre, à elle appartenant. Voici ce qui le prouve ou comment on le prouve :

« *Dans le principe des choses, tous les matériaux qui composent aujourd'hui la masse solide du globe ne formaient qu'un vaste bain liquide, où bouillonnaient de toutes parts les matières les plus denses et les plus fixes. Comment une pareille conflagration aurait-elle pu avoir lieu sans produire une lumière aussi vive qu'étincelante de clarté?*

« On assure même que *cette lumière devait être des plus resplendissantes, à peu près comme celle que nous produisons en portant à l'état d'ignition des fragments de chaux dans certains mélanges gazeux dont l'œil ne peut supporter l'éclat ni la vivacité :* et encore que *c'est sur les données fournies par la* Genèse, *que nous avons eu les premières idées sur l'origine de cette terre, qui, comme certains des astres qui nous éclairent, est maintenant un soleil éteint et tout à fait encroûté* (956).

« Nous ne nous arrêterons pas à demander à ces continuateurs de Whiston, quels sont ces certains astres qui nous éclairent, et comment ils nous éclairent s'ils ne sont plus que des soleils éteints et tout à fait encroûtés, ni quelles sont ces données fournies par la *Genèse* sur cette origine de notre terre à l'état de soleil. Nous ne leur demanderons même pas si la terre était encore un vaste bain liquide et bouillonnant, ou si elle n'avait déjà plus sa lumière propre, si elle était déjà un soleil éteint à la troisième époque genésiaque, alors que sa surface se couvrait de végétaux. La réponse à l'une ou à l'autre de ces questions serait par trop embarrassante. Nous ne nous arrêterons pas non plus à faire voir que l'explication non moins désespérée des cosmogonistes à effluxions solaires est en opposition flagrante avec les premières notions de l'hydrostatique, de la gazéostatique et de la physiologie végétale; que les matières métalliques ont plus de pesanteur que l'eau, et que ces substances ont besoin d'un degré de chaleur beaucoup plus élevé pour se maintenir à l'état de gaz ou de vapeur; que la lumière est indispensable à la végétation, et que toutes les plantes ont besoin d'être sous son influence pour croître et se reproduire (957). »

TERRE. *Voy.* MATIÈRES ÉLÉMENTAIRES DU GLOBE TERRESTRE.

TERRE A FOULON. *Voy.* BAJOCIEN.

(952) *Neuvième lettre à M. de Voltaire sur l'origine des sciences*, p. 293 et 303.

(953) *Géolog. élém.* p. 71. — *La Géolog. liée à l'astronom.* par M. de NIGRIS, p. 50, 1845.

(954) *Ann.* 1834, p. 191, 192.

(955) Les partisans de ce système renouvelé de Whiston se divisent tout d'abord. Les uns, comme M Marcel de Serres, estiment que les formations géologiques font partie de la seconde création, de la création actuelle. Les autres, avec le docteur Buckland, rejettent toutes les formations géologiques au delà du premier jour genésiaque, dans une ou plusieurs créations antérieures à la création décrite dans nos livres saints.

(956) M. M. DE SERRES, *op. cit.*, p. 109, 227.

(957) *Cosmogonie de la Révélation*, p. 203-232

TERTIAIRES (TERRAINS). — Cinquième grande époque du monde animé. C'est l'époque de la première apparition de la classe des insectes myriapodes; des ordres de mammifères rongeurs, pachydermes, carnassiers, quadrumanes, cheiroptères, cétacés, amphibies, insectivores édentés et ruminants; de la plupart des ordres d'oiseaux; des reptiles ophidiens (serpents) et batraciens (grenouilles); des poissons pleuronectoïdes, des crustacés stomapodes et amphipodes.

Règne des ordres de mammifères pachydermes et édentés, des genres *anoplotherium*, *dinotherium*, *toxodon*, *mastodon*, *rhinocéros*, *tapirus*, *elephas*, *hippopotamus*, etc., etc.

Werner ayant, depuis longtemps, donné aux parties marines de cette époque le nom de *terrains tertiaires*, un grand nombre d'auteurs l'ayant, depuis, adopté, et ce nom étant vulgarisé dans la science, nous n'avons pas voulu le changer, quoi qu'il soit en opposition directe avec les époques qu'il représente. Lorsque Werner, dans sa méthode, avait des *terrains primitifs*, des *terrains de transition* (pour les terrains paléozoïques) et des *terrains secondaires* (pour nos terrains jurassiques et crétacés), on conçoit, en effet, que le nom de *terrains tertiaires* ait pu venir ensuite. Aujourd'hui cette grande division des âges du monde n'est plus la troisième époque, mais bien la cinquième et dernière de l'animalisation, avant l'arrivée de l'homme sur la terre.

Considérant les phénomènes terrestres des alluvions et des dépôts d'eau douce comme étant nécessairement contemporains des phénomènes marins, nous ne pouvons, en aucune manière, sous le rapport stratigraphique rigoureux, les séparer les uns des autres, et former des époques distinctes de ces différents modes de dépôts qui se faisaient simultanément sur divers points du globe : voilà quant au mode de formation des couches sédimentaires. Il nous reste à donner les limites en hauteur de l'ensemble, que nous considérons comme appartenant à la cinquième grande période du monde animé. Nous appelons *terrains tertiaires* la succession d'étages comprise entre l'étage danien, dernier représentant des terrains crétacés, et l'époque actuelle. Nous y groupons, dès lors, toutes les couches depuis et y compris l'étage suessonien ou nummulitique, jusqu'aux dépôts subapennins, qui ont précédé l'époque contemporaine. Les grands traits des caractères paléontologiques et stratigraphiques offrent l'accord le plus parfait dans la séparation nette et précise de cet ensemble des époques inférieures et de la faune actuelle.

Type. — Nous ne connaissons nulle part l'ensemble superposé complet; mais la plus grande partie se montre dans le bassin anglo-parisien, soit en marchant de Vertus (Marne) jusqu'à Paris, soit en allant de l'Aisne (France) en Belgique, jusqu'à Tongres, ou dans le bassin pyrénéen, de Saint-Palais, près de Royan, à l'embouchure de la Gironde, jusqu'à l'ouest de Bordeaux.

Extension géographique.—Les dépôts marins de cette époque, pris en général, sans avoir égard aux étages, forment, en France et en Angleterre, quatre bassins maritimes bien circonscrits :

Le bassin anglo-parisien, qui s'étend, en Belgique, jusqu'à Maestricht, et dont les limites orientales, autour de Paris, sont : Vervins, Laon, Reims, Epernay, Montereau; puis, en tournant au sud et à l'ouest, Provins, Fontainebleau, Etampes, un peu au sud du cours de la Seine, et une partie du Cotentin. Le complément septentrional se trouve en Angleterre, dans le Dorsetshire; puis, en suivant une ligne nord-est et sud-ouest, en passant par Salisbury, Newbury, Reading, Hertford, Norwich, et à l'est de Wells.

Le bassin pyrénéen commence à l'embouchure de la Gironde; ses limites orientales forment un demi-cercle irrégulier jusqu'aux Pyrénées, en passant par Blaye, Libourne, Marmande, Nérac, Condom, Aire, jusqu'à Pau; là il s'élargit, paraît occuper presque toutes les Pyrénées, et communiquer avec le bassin méditerranéen.

Le bassin méditerranéen occupait une partie de la Haute-Garonne, de l'Ariége, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, de l'Hérault, d'où il couvre une partie de la Provence, et s'étend au N.-N.-E. par Carpentras, Montélimart, Voiron, la Tour-du-Pin, le Fort de l'Ecluse, et continue par la Suisse, jusqu'au Danube.

On voit que ces trois premiers bassins, que nous avons vus occupés successivement par les mers jurassiques et crétacées, l'ont encore été par les mers tertiaires; mais à ceux-ci vient se joindre un quatrième bassin, inconnu jusqu'alors : c'est le *bassin ligérien*. En réunissant entre eux les lambeaux tertiaires marins disséminés sur une partie de la Touraine et de la Bretagne, on voit qu'il existait une mer, allongée du N.-N.-O. au S.-S.-E., qui commence à Pontlevoy (Loir-et-Cher), passe au N. de Tours, de Château-Gontier, au N.-E. de Rennes, et va rejoindre la Manche, d'où elle s'étendait à l'embouchure de la Loire, dans une partie de la Vendée et des Deux-Sèvres.

Pris en général, les terrains tertiaires se trouvent sur une infinité de points du monde géologique connu, comme on pourra s'en assurer aux étages. Nous ne chercherons donc pas à les mentionner ici, et nous nous contenterons de dire que les terrains qui nous occupent se trouvent sur beaucoup de lieux sous la zone torride, et de chaque côté du monde, jusqu'aux régions des continents voisines des pôles.

« Beaucoup plus connus que les terrains jurassiques et crétacés, les terrains tertiaires, dit M. d'Orbigny, nous ont pourtant demandé beaucoup de recherches. En procédant à leur égard comme pour les terrains précédents, nous nous sommes bientôt

aperçu que, malgré les nombreux et importants travaux des géologues, les terrains tertiaires, dans leurs divisions, demandaient encore quelques modifications importantes, déterminées par les faunes fossiles. D'un côté, en effet, l'étage inférieur de ces terrains, les couches nummulitiques du midi de la France et de l'Europe, étaient considérés comme dépendant des terrains crétacés, tandis que les représentants du même horizon, dans le bassin de Paris, avaient été confondus sous un même nom avec l'étage parisien. Dans le même bassin on avait aussi, souvent, réuni à l'étage parisien une série remarquable de couches qu'on retrouve également en Belgique et dans le bassin pyrénéen, et auxquelles nous conservons le nom de *tongrien*.

« Un savant géologue anglais, dont les importants travaux ont puissamment contribué à éclairer la science, a divisé tous les terrains tertiaires en trois âges, correspondant aux couches inférieures, moyennes et supérieures de quelques auteurs. Il les a désignés comme *éocènes*, *miocènes* et *pliocènes*, en partant du principe que ces étages contiennent des proportions diverses d'espèces identiques avec les espèces vivantes actuelles. Son *éocène*, la partie inférieure est regardée comme renfermant les plus anciennes des espèces récentes; son *miocène*, comme contenant moins d'espèces récentes; et enfin son *pliocène*, comme renfermant beaucoup d'espèces récentes. Nous avons étudié ce principe de l'identité avec une scrupuleuse attention, en vérifiant les espèces identiques indiquées dans les deux sections inférieures; et il nous a été impossible de constater une seule des identités signalées. Ne trouvant dans l'*éocène* et dans le *miocène* aucune identité, nous ne pouvions conserver cette dénomination, qui est en opposition directe avec la realité des faits. D'autres motifs, non moins graves, nous ont empêché de conserver, malgré leur popularite, les divisions et les trois dénominations employées par M. Lyell. En plaçant, comme nous l'avons fait, les couches nummulitiques du monde entier aux terrains tertiaires, et séparant de l'étage parisien et des faluns, l'étage tongrien, si bien tranché partout, l'ensemble des terrains tertiaires ne se divise plus en trois âges superposés, mais en cinq étages des mieux caractérisés.

« Ces étages sont, en commençant par les plus inférieurs, les étages *suessonien* ou *nummulitique*, *parisien*, *tongrien*, *falunien* et *subapennin*. On pourra, par la synonymie de chacun en particulier, juger des rapports de ces divisions avec les coupes admises jusqu'à présent. Quant à la terminologie adoptée, elle est toujours basée sur les noms des lieux où ces étages sont le mieux caractérisés, et qui pourront, en toutes circonstances, servir de points types, ou de points étalons pour les faire reconnaître. »

Stratification.—Les caractères stratigraphiques que nous avons invoqués pour séparer les derniers étages crétacés, sénonien et danien, du premier étage tertiaire suessonien, sont, en même temps, les limites qui séparent nettement les terrains crétacés des terrains tertiaires. Considérés comme ensemble, les terrains tertiaires, dans les bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, ainsi que sur tous les points du monde où il n'y a pas de lacune, reposent directement sur les derniers étages crétacés, et aucun doute ne peut être élevé sur leur succession régulière, après les terrains crétacés, dans l'ordre chronologique.

Autour du bassin anglo-parisien, où nous avons vu se succéder régulièrement un si grand nombre d'étages, nous trouvons encore, sur les dernières couches daniennes des Vertus et de Paris, les premiers dépôts tertiaires de l'étage suessonien, et deux autres étages superposés, comme pour témoigner que ces parties de bassin ont reçu successivement, dans la même circonscription, une série des étages tertiaires. La Belgique et le bassin pyrénéen nous montrent aussi la même succession régulière. Il résulte de ces faits que, pris en détail, les terrains tertiaires montrent également, sur quelques points, une succession dans l'ordre chronologique de quelques-uns des âges.

Sur beaucoup d'autres grandes surfaces, on voit, au contraire, des différences énormes de stratification dues, soit au manque des derniers étages crétacés, soit au manque des premiers étages tertiaires, soit enfin au manque des uns et des autres à la fois. Les derniers étages crétacés manquent; et le premier étage tertiaire, 24e, repose sur l'étage néocomien, 17e, avec une lacune de six étages crétacés, à Orgon. Ce premier étage tertiaire repose sur les âges paléozoïques, dans l'Aude; sur les terrains jurassiques, dans le Var, les Basses-Alpes, etc., etc.; sur d'autres points, c'est un ou plusieurs étages tertiaires qui manquent, comme dans toute la Touraine, en Bretagne, dans le bassin ligérien, où le 26e étage repose successivement sur les âges azoïques, paléozoïques, jurassiques ou crétacés; il en est de même dans l'Hérault, la Drôme et beaucoup d'autres lieux du bassin méditerranéen. On voit, par ces deux séries de faits que, si, d'un côté, la succession régulière nous donne l'âge relatif des terrains tertiaires, les discordances de stratification des autres points séparent nettement les terrains tertiaires des terrains crétacés.

Groupement des étages.—Plusieurs motifs ont déterminé le groupement des étages tertiaires en un seul ensemble : d'abord, la succession de presque tous les étages superposés que nous remarquons dans les régions orientales et septentrionales du bassin anglo-parisien, et sur les régions septentrionales du bassin pyrénéen; ensuite les profondes discordances qui séparent cet ensemble, des terrains crétacés inférieurs et des dépôts de l'époque actuelle; enfin, le facies, l'ensemble des caractères paléontologiques des terrains tertiaires, si différents de la faune des terrains crétacés.

Séparation des étages. — Indépendamment des faunes qui nous donnent les limites de chacun des étages sur les points où ceux-ci sont groupés dans leur ordre chronologique de succession, nous avons, comme on le verra à chacun des étages en particulier, des caractères de discordances stratigraphiques qui, par l'isolement des étages, coïncident parfaitement, sur ces points isolés, avec les limites des faunes sur les points en relations concordantes. Nous trouvons donc, comme pour les autres terrains, que chaque étage représente une époque comme la nôtre, des mieux caractérisées.

Puissance des terrains tertiaires. — Nous allons réunir ici la plus grande puissance indiquée à chaque étage, afin d'avoir une idée approximative de leur durée comparative. Nous les placerons dans leur ordre de superposition naturelle, les plus anciens étant les plus bas.

27e étage : subapennin.		600 mèt.
26e étage : falunien.	(sup. ou falunien.	300
	(inf. ou tongrien.	100
25e étage : parisien.		1,000
24e étage : suessonien ou nummulitique.		1,000
Total.		3,000 mèt.

Tout en étant essentiellement approximatifs, et ne pouvant être groupés ainsi pour donner un total, les chiffres que nous indiquons ont, néanmoins, une valeur pour faire apprécier la durée comparative des époques dans la grande période tertiaire. On reconnaît, par la puissance des dépôts, que les étages les plus considérables sont les deux inférieurs, suessonien et parisien; puis vient le dernier, subapennin, tandis que les deux autres n'atteignent pas la moitié des premiers, surtout.

Les déductions générales qu'on peut tirer, dans ces étages, de la nature des sédiments et des fossiles, c'est que toutes ces époques successives des terrains tertiaires montraient, comme la nature actuelle, des continents et des mers soumis à toutes les lois physiques et naturelles qui agissent aujourd'hui sur notre globe.

Caractères paléontologiques. — Le facies si différent, qui fait distinguer, au premier aperçu, la faune des terrains tertiaires de la faune des terrains plus inférieurs, crétacés et jurassiques, dépend des caractères positifs et négatifs de la faune tertiaire.

Les 228 genres éteints pendant la période crétacée, sans passer aux terrains tertiaires, deviennent ici autant de caractères négatifs qu'on peut consulter pour distinguer les terrains tertiaires des terrains crétacés.

Les caractères négatifs qui distinguent la faune tertiaire de la faune actuellement vivante, sont tellement nombreux qu'il faudrait un volume pour les énumérer. Nous avons dit ailleurs (PHYSIOLOGIE PALÉONTOLOGIQUE) que ces genres inconnus dans les couches fossilifères tertiaires, et propres seulement à la faune actuelle, s'élèvent à 1,324 environ. Ce nombre de genres, répartis dans toutes les classes et dans les ordres d'êtres, et contemporains de l'homme, aussi inconnus dans les terrains tertiaires, suffira, nous le pensons, pour donner une idée des différences zoologiques qui existent entre les deux.

Pour distinguer les terrains tertiaires des terrains crétacés, nous avons les 514 genres inconnus aux terrains crétacés et leur servant de caractères négatifs, qui naissent avec les terrains tertiaires et sont, pour cette période, autant de caractères positifs.

Les terrains tertiaires se distinguent de l'époque actuelle par 221 genres qui s'éteignent dans ces terrains, sans arriver jusqu'à la faune contemporaine de l'homme, et offrent autant de caractères positifs différents. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales : parmi les mammifères, 66 genres; parmi les oiseaux, 4 genres; parmi les reptiles, 8 genres; parmi les poissons, 49 genres; parmi les crustacés, le genre *palæoniscus;* parmi les céphalopodes, 3 genres; parmi les gastéropodes, 8 genres; parmi les lamellibranches, 5 genres; parmi les bryozoaires, 6 genres; parmi les échinodermes, 16 genres; parmi les zoophytes, 45 genres; parmi les foraminifères, 9 genres; parmi les amorphozoaires, le genre *guettardia.*

En résumé, les caractères différentiels de facies entre la faune tertiaire et la faune crétacée sont déterminés par 218 genres négatifs et 514 genres positifs ou 742 formes animales, qui n'existent que dans l'un des deux. Les caractères différentiels entre la faune tertiaire et la faune actuelle sont donnés par 221 genres inconnus dans notre faune, ensevelis dans les couches tertiaires, et par 1,324 genres non encore existants dans la faune tertiaire, nés seulement avec l'homme dans la faune contemporaine. Prise en général, on peut dire encore que la faune tertiaire se rapproche, par tous ses caractères, beaucoup plus des êtres vivant actuellement que de la faune des terrains crétacés. C'est, en effet, une génération dont les formes sont analogues sans être identiques, à ce que nous voyons dans nos mers et sur nos continents. Un autre fait ressort également : c'est que l'ensemble de la faune est aussi bien intermédiaire aux terrains crétacés et à la faune actuelle par ses caractères zoologiques que par sa position stratigraphique.

Les caractères stratigraphiques que donnent les espèces sont très-nombreux. Indépendamment des plantes, s'élevant à plus de 600, et des animaux vertébrés et annelés, dont les espèces fossiles atteignent le chiffre de près de 1,500, nous avons seulement dans les animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 6,042 espèces discutées, quant à leur synonymie. Ces espèces sont distribuées de la manière suivante dans les étages :

ETAGES.		Espèces rencontrées dans deux ou trois étages à la fois.	Espèces spéciales à un seul étage.	TOTAUX
27e étage subapennin,		83	523	606
26e étage falunien	falunien,	28	2726	2754
	tongrien,	»	428	428
25e étage parisien,		8	1568	1576
24e étage suessonien,		8	670	678
Totaux.		127	5,915	6,042
Nombre réel des espèces communes après la suppression des chiffres répétés,		91		

D'après les chiffres qui précèdent, les faits relatifs aux espèces, dont on trouvera les détails aux étages, nous permettent de donner, comme aux terrains précédents, les conclusions suivantes :

1° Il existe, dans les terrains tertiaires, plus de 8,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et de l'époque actuelle, et pouvant caractériser ces terrains ;

2° Ce nombre se divise en cinq zones superposées formant, dans l'ensemble des terrains tertiaires, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres ;

3° Chaque zone a montré encore une faune spéciale, distincte des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle ;

4° Le nombre des espèces qui se trouvent, par accident ou autrement, dans deux de ces étages à la fois, dont le nombre avait été considérablement exagéré, par suite de fausses déterminations, est dans les rapports de 91 à 6,042, et ne s'élève, dès lors, en réalité qu'à *un et demi pour cent*. Ce nombre si peu élevé ne peut donc, en aucune manière, infirmer les résultats propres aux faunes spéciales successives.

Chronologie historique. — La grande période des terrains tertiaires a montré, à toutes les époques, des continents et des mers ; mais ces continents et ces mers, au moins en Europe, se sont modifiés successivement à chaque étage. Voici, comme on en verra les détails aux étages, les grands traits de ces modifications d'après M. Al. d'Orbigny.

« *Première circonscription des mers tertiaires.* — Au commencement de la grande période tertiaire, pendant la durée de l'étage suessonien ou nummulitique, les mers et les continents différaient peu de leurs dernières circonscriptions pendant la période crétacée. Le bassin anglo-parisien, très-restreint au sud, avait abandonné la Touraine, et ne s'étendait plus que du cours de la Seine jusqu'à Bruxelles en Belgique, et depuis Reims et Montereau en France jusqu'à Salisbury et à Hertford en Angleterre. Cette mer s'était donc diminuée au sud, et très-élargie au N.-E. Elle était bornée au N.-O. par le continent anglais et au sud par le massif breton, réuni au plateau central et aux Vosges de la France, qui s'étend au N.-E. jusqu'en Belgique et au grand duché du Bas-Rhin, etc.

« Le bassin pyrénéen paraît aussi peu différer de la circonscription pendant la dernière période crétacée ; la mer seulement, très-restreinte au N. et au N.-E., s'étend de l'embouchure de la Gironde aux parties aujourd'hui occupées par les Pyrénées, qu'elle recouvre partout en France et en Espagne. Elle communiquait, par le S.-E., avec le bassin méditerranéen. Cette mer est bornée au N. et au N.-E. par le massif breton et le plateau central réunis.

« La mer méditerranéenne commence dans la Haute-Garonne, l'Ariége et l'Aude ; elle paraît ensuite avoir couvert, sur l'emplacement des Alpes, une partie du Var, des Basses-Alpes, et s'être prolongée beaucoup au N.-N.-E., dans les Alpes, les Carpathes, l'Italie, la Dalmatie, etc.

« *Deuxième circonscription des mers tertiaires.*— Les Pyrénées ayant surgi au-dessus des mers, en même temps que le pays de Bray et une partie de Surrey, en Angleterre, se sont surélevés à la fin de la période suessonienne, les mers ont totalement changé de circonscription. Dans le bassin anglo-parisien, la surélévation du pays de Bray, du Pas-de-Calais en France, de Surrey et du Sussex en Angleterre, paraît avoir refoulé les mers vers le S.-O. et le N.-E., en France et en Angleterre. Sur le continent actuel, la mer parisienne s'étend du Cotentin à la Seine et jusqu'à Epernay ; mais, très-restreinte au N.-E., elle ne paraît pas s'étendre au delà de Laon. Interrompue dans une partie de la Somme, du Pas-de-Calais et de la Belgique, elle reparaît sur une ligne est et ouest, parallèle à Bruxelles, et se trouve alors séparée en deux parties. La même chose se voit en Angleterre, où les mers parisiennes se montrent seulement au nord et au sud du Sussex et du Surrey.

« Le bassin pyrénéen paraît avoir subi de plus grands changements. La chaîne des Pyrénées ayant remplacé les mers suessoniennes, la mer parisienne a été considérablement réduite. On n'en trouve des traces qu'à Blaye, à l'embouchure de la Gironde et dans la Vendée, où elle paraît s'étendre pour la première fois.

« Dans le bassin méditerranéen, la mer parisienne ne montre plus que des lambeaux dans les Alpes françaises et la Savoie.

« *Troisième circonscription des mers tertiaires*, à l'époque des dépôts tongriens. —Plus séparées que jamais en deux parties, les mers du bassin anglo-parisien s'éloignent de plus en plus, en France, vers

la N.-O. dont elles n'occupent plus qu'une partie, autour de l'emplacement actuel de Paris. En Belgique, elles s'éloignent aussi beaucoup vers le N.-E. de Tongres, à Maëstricht. Dans le bassin pyrénéen, la mer occupe une surface E. et O. comprise entre Nérac, Bergerac et l'Océan, et du N. au S. depuis Lesparre jusqu'à Dax.

« *Quatrième circonscription des mers tertiaires.* — Des changements de niveau, sans doute déterminés par des perturbations géologiques, viennent changer encore la forme des mers faluniennes. A cette époque, la mer se retire entièrement du bassin parisien où nous avons vu se succéder les mers de *vingt-deux* époques, des terrains triasiques à l'étage tongrien. Toujours en s'avançant vers le N.-E., la mer, dans l'ancien bassin anglo-parisien, ne se voit plus qu'au N.-E. de la Belgique, et au N.-E. de l'Angleterre, dans le Suffolk et le Norfolk. Comme pour compenser ce manque de mers autour de Paris, il se forme une nouvelle mer, que nous désignerons comme *bassin ligérien*, qui s'étend de Pontlevoy jusqu'à la Manche, en couvrant une partie des départements de Loir-et-Cher, d'Indre-et-Loire, des Deux-Sèvres, de Maine-et-Loire, de la Mayenne, de la Loire-Inférieure, d'Ille-et-Vilaine et des Côtes-du-Nord. Dans le bassin pyrénéen, la mer falunienne se rétrécit seulement tout autour, et n'occupe plus que le dedans des parties occupées par la mer tongrienne. Le bassin méditerranéen, au contraire, commence dans l'Hérault, occupe les Bouches-du-Rhône, et s'étendant au N.-N.-E., par Valence, la Tour-du-Pin, le fort de l'Ecluse, en Savoie et en Suisse, jusqu'au Danube, dans quelques parties du Var et dans les États Sardes.

« *Cinquième circonscription des mers tertiaires.* — A l'époque de l'étage subapennin, les mers ont encore changé de formes. La surélévation des Alpes ayant changé les niveaux et amené de grandes perturbations, elles n'occupent plus le bassin ligérien, ni le bassin pyrénéen; et, de toutes les mers tertiaires de France, nous ne voyons plus, sur les continents actuels, que deux points maritimes, les environs de Perpignan et de Montpellier; mais en Italie, au contraire, tout l'Astesan et une grande surface de la péninsule étaient sous les eaux. On s'aperçoit, néanmoins, que les mers tertiaires se sont rapprochées de leur forme actuelle durant la période subapennine, et qu'il reste peu de changements pour leur donner la forme qu'elles ont aujourd'hui.

« Durant la période tertiaire, les animaux se sont bien souvent renouvelés, mais le caractère le plus tranché de cette époque est, sans contredit, l'apparition et le développement extraordinaire qui a eu lieu parmi les animaux vertébrés. C'est, en effet, alors que les continents se sont peuplés, pour la première fois, de ces mammifères si remarquables par leurs proportions ou leurs caractères, tels que les anthracotherium, les lophiodon, les palœotherium, les anoplotherium, les dinotherium, les toxodon, les mastodon, les smilodon, les glyptodon, les megatherium, les megalonix, et tant d'autres que nous nous dispensons de citer. C'est encore alors que les continents étaient peuplés de ces oiseaux réellement géants, même à côté de notre autruche; de ces salamandres (andrias) aussi grandes que les crocodiles actuels. Il est à remarquer que tous ces grands animaux devaient être entourés d'une végétation proportionnée. Les mers étaient également peuplées d'un nombre considérable d'êtres de toutes les classes, presque aussi variés que de nos jours. »

Pour les végétaux, voici ce que M. Brongniart en dit, après avoir donné le tableau suivant du nombre des espèces :

	Époque éocène.		Époque miocène.		Époque pliocène.	
Cryptogames.	53	»	10	»	13	»
Amphigènes.	»	16	»	6	»	6
Acrogènes.	»	17	»	4	»	7
Phanérogames monocotylédones.	33	33	26	6	4	4
Dicotylédones.	143	»	97	»	195	»
Gymnospermes.	»	40	»	19	»	51
Angiospermes	»	103	»	78	»	164
Totaux. .	209		133		212	

« Quant aux caractères tirés des formes végétales pendant ces trois époques, les plus remarquables me paraissent :

« 1° Pour l'époque *éocène* (nos étages suessonien et parisien), la présence, mais la rareté des palmiers, bornés à un petit nombre d'espèces. La prédominance des algues et des monocotylédones marines qu'on doit attribuer à la grande étendue des terrains marins pendant cette époque. L'existence d'un grand nombre de formes extra-européennes, résultant surtout, du reste, de la présence de fruits fossiles de Sheppey;

« 2° Pour l'époque *miocène* (nos étages tongrien et falunien), l'abondance des palmiers dans la plupart des localités appartenant sans contestation à cette époque; l'existence d'un assez grand nombre de formes non-européennes, et particulièrement du genre *steinhauera*, qui me paraît une rubiacée voisine des *nauclea*, trouvée dans plusieurs localités de ces terrains;

« 3° Pour l'époque *pliocène*, la grande prédominance et la variété des dicotylédones, la rareté de monocotylédones et l'absence surtout des palmiers; enfin, l'analogie générale des formes de ces plantes avec celles des régions tempérées de l'Europe, de l'Amérique septentrionale et du Japon.

« Un caractère remarquable des flores de ces trois époques, mais qui devient plus frappant encore pour cette dernière, dans laquelle les plantes dicotylédones sont plus nombreuses, c'est l'absence des familles les plus nombreuses et les plus caractéristiques de la division des gamopétales. Ainsi, au milieu des empreintes si nombreuses de Partschlug, d'Œningen, de Hœring, de Radoboj, etc., rien n'annonce l'existence des composées, des campanulacées, des person-

nées, des labiées, des solanées, des borraginées, etc. Les seules monopétales, citées en grand nombre, sont des éricacées, des nicinées, quelques sapotées et styracées, familles qui tiennent presque autant des dialypétales que des gamopétales. Dans la flore miocène seulement, on indique plusieurs apocynées et le genre des rubiacées. »

En voyant, à toutes les époques tertiaires, les genres d'animaux des régions chaudes actuelles se trouver également dans les régions tempérées et froides, nous devons croire, comme nous avons généralisé cette observation ailleurs, qu'une température uniforme, produite par la chaleur centrale de la terre, neutralisait les lignes isothermes jusqu'à l'époque qui nous a précédés sur la terre.

Nous avons aussi, pendant toute cette longue période, des preuves sans nombre que les oscillations du sol étaient très-fréquentes, et qu'elles ont amené de nombreuses perturbations durant les différentes époques.

La circonscription stratigraphique des étages, les limites des faunes et les changements survenus dans la circonscription des mers nous donnent la certitude que, à cinq reprises successives, des perturbations géologiques plus fortes que les oscillations ont interrompu l'animation sur les continents et les mers. Après chacune de ces catastrophes, le calme est revenu sur la terre, et une création nouvelle, composée d'espèces distinctes des espèces de l'époque antérieure, est venue repeupler la nature entière.

THEORIE ASTRONOMICO-CHIMIQUE. *Voy.* COSMOGONIE et LAPLACE.

THEORIE COSMOGONIQUE DE LAPLACE, DE GODEFROY, DE MARCEL DE SERRES, DE MAUPIED, DE DALMAS, etc., etc. *Voy.* ces mots.

THEORIE DE LA TERRE. *Voy.* TERRE, MAUPIED, HOPKINS, etc.

TOARCIEN (ÉTAGE). — C'est le troisième des terrains jurassiques et le neuvième de l'échelle entière des formations géologiques. Cet étage, nommé aussi *lias supérieur*, *marnes supérieures du lias*, etc., a été désigné ainsi par M. d'Orbigny, qui dérive son nom de la ville de Thouars (*Toarcium*), dans le département des Deux-Sèvres, localité où cet étage présente un si beau développement que ce point peut être regardé comme point type.

L'étage toarcien, quelquefois isolé, le plus souvent en France, sur l'étage liasien, commence immédiatement au-dessus de la zone, à *ostrea cymbium*, et se continue quelquefois, avec une grande puissance, jusqu'aux premières couches de l'étage bajocien, toujours faciles à distinguer par leurs fossiles. Dans l'est de la France, à Lyon, à la Verpillière, à Saint-Quentin, dans l'Isère, l'Ain, le Jura, sur le versant occidental des Vosges, près de Langres, les dernières couches de l'étage toarcien sont, partout, composées d'oolithe ferrugineux, ou même de fer limoneux ou hydraté, contenant à la fois un nombre considérable d'ammonites de diverses espèces, et d'autres fossiles mélangés, succédant à des couches généralement argileuses. Cet horizon minéralogique, très-prononcé sur tous ces points, limite les dernières couches toarciennes; mais ces limites sont variables sur les autres points.

Le caractère minéralogique, pris généralement ou partiellement, ne peut, en aucune manière, servir à reconnaître et à limiter l'étage qui nous occupe, puisque, d'un côté, les couches les plus supérieures sont formées de calcaires blancs comme de la craie, contenant, comme elle, des silex, tandis que, de l'autre, ce sont des roches oolithiques tellement ferrugineuses, qu'elles sont exploitées comme minerai de fer.

Sur quelques points du Cher, de la Côte-d'Or, de la Lozère et de l'Aveyron, surtout à Marvejols, on a trouvé plus de 150 mètres de puissance à l'étage.

L'examen particulier des localités, comme à Thouars et à Langres, montre qu'un laps considérable de temps a dû se passer durant la formation de ces couches. On y voit encore des changements considérables de nature de dépôts, déterminés probablement par des périodes plus ou moins prolongées de repos ou d'une plus ou moins grande agitation des mers qui déterminent les couches argileuses ou marneuses, et les couches de calcaire grenu ou grésiforme. On y voit de plus que des perturbations, dépendant sans doute encore des causes actuelles, y ont amené, par bancs, ces myriades d'ammonites d'une seule espèce, qui formait des couches entières sur une immense surface.

Si les simples oscillations du sol suffisent pour expliquer la conservation des points littoraux, il est des circonstances où nous retrouvons les signes certains de la perturbation géologique finale de l'étage. Dans cet étage, comme pour le précédent, à Sainte-Honorine, à Moutiers (Calvados), à Saint-Maixent (Deux-Sèvres), à Pisot, près de Fontenay (Vendée), à Chaudon (Basses-Alpes), nous voyons, l'un sur l'autre, dans la même carrière ou dans le même escarpement, un dépôt littoral fait au niveau supérieur des marées, et un dépôt identique de l'étage bajocien, caractérisés par leurs nombreuses coquilles flottantes d'ammonites. Ce fait, constaté sur plusieurs points, indique certainement, qu'à la fin de l'étage toarcien, un affaissement a eu lieu, de manière à placer à un niveau moins élevé les dépôts côtiers de cette époque, sur lesquels s'est ensuite déposée la nouvelle ligne des marées de l'étage suivant. Ce fait serait pour nous l'équivalent d'une discordance, puisqu'il dépendrait d'un fait identique, c'est-à-dire d'un changement de niveau sur la côte, déterminé par un affaissement.

Caractères paléontologiques. — Nous ferons remarquer que le caractère dominant de cette faune est un caractère d'ensemble, d'analogie, de formes, de *facies* générique, avec l'étage précédent, à côté d'une disparité com-

plète des espèces. Nous avons cependant encore des genres pouvant nous donner des limites géologiques.

L'étage toarcien diffère de l'étage liasien par l'absence du genre *cardinia*, qui, né dans les terrains paléozoïques, s'est éteint, pour toujours, dans l'étage liasien, sans arriver à celui-ci. Nous avons, pour distinguer l'étage toarcien de l'étage bajocien, 42 genres pouvant donner des caractères négatifs entre l'étage toarcien et l'étage bajocien, ou 43 genres donnant des caractères négatifs avec les étages supérieurs et inférieurs.

Pour distinguer l'étage toarcien de l'étage antérieur, nous avons tous les genres qui, nés avec l'étage qui nous occupe, manquent encore dans l'étage précédent. Ces genres sont au nombre de 15, et sont autant de caractères positifs pour séparer les deux étages.

Les genres qui naissent et meurent dans l'étage toarcien nous donnent encore des caractères positifs pour en distinguer l'étage bajocien, où ces genres ne passent pas, au moins d'après les connaissances actuelles. Ces genres sont au nombre de neuf.

Rien de plus certain que les caractères tirés des espèces pour l'étage toarcien. En effet, les 288 espèces qui y existent, pour les animaux mollusques et rayonnés seulement, sont toutes caractéristiques, une seule exceptée, attendu que, jusqu'à présent, elles sont spéciales à l'étage, et ne passent pas dans l'étage suivant. Ce chiffre est indépendant des plantes, des espèces d'animaux vertébrés et annelés, qui n'abondent pas moins durant cette époque. Il en est pourtant, parmi ces espèces, de plus largement répandues.

La plupart des espèces se trouvent dans toutes les couches, depuis les plus inférieures jusqu'aux supérieures; mais l'*ostrea knorrii* se trouve plus particulièrement dans les couches supérieures, et, dans beaucoup de cas, peut servir à reconnaître les dernières limites supérieures de l'étage.

Chronologie historique. — A la fin de l'étage précédent, par suite d'une perturbation géologique, se sont éteints, avec les 65 espèces de plantes connues, avec 11 genres d'animaux de toutes les classes, 300 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Après l'agitation causée par cette révolution terrestre, ont paru sur la terre, avec le calme de la nature, 15 genres d'animaux inconnus jusqu'alors, et en animaux mollusques et rayonnés seulement 288 espèces qui, avec les autres séries animales et les plantes, ont dû amener cette neuvième période d'existence.

Les mers de l'époque toarcienne n'ont pas changé en Europe. Les continents étaient encore les mêmes qu'à l'étage précédent, à très-peu d'exceptions près.

Les mers nourrissaient beaucoup d'espèces de reptiles, des *mistriosaurus*, des *macrospondylus* aux formes bizarres, qui, probablement, habitaient les rivages maritimes. Avec beaucoup de poissons vivaient un grand nombre de mollusques nageurs, tels que bélemnites, ammonites, nautiles et beaucoup de coquilles littorales, au milieu desquelles nous voyons, pour la première fois, apparaître des pholades et des tarets dans les bois jetés sur la côte. Parmi les zoophytes et les foraminifères, plusieurs genres nouveaux viennent augmenter la faune. Les ammonites de cette époque sont souvent caractérisées par une quille au pourtour, cette disposition dominant au milieu des formes diverses de ces singulières coquilles. Il existait encore quelques plantes marines.

Les continents ne nous ont laissé que peu de traces des animaux et des plantes qui devaient les habiter. Ces êtres étaient sans doute voisins de ceux des époques antérieures; mais nous ne connaissons positivement que les plantes suivantes, données par M. Brongniart à la flore du lias.

CONIFÈRES.

Peuce Lindleyana, With. Whitby.
P. Huttoniana, With. Whitby.
? P. Eggensis, With. Hébrides.
? P. Jurassica, Endl. Pologne.

TONGRIEN. *Voy.* FALUNIEN.

TORTUES. — Au nombre des animaux qui peuplent les régions chaudes de notre globe, se trouvent les reptiles que Cuvier a réunis en un ordre sous le nom de chéloniens ou tortues. Cet ordre comprend quatre familles dont l'une habite les eaux salées, tandis que deux vivent dans les lacs d'eaux douces et dans les rivières, et que la quatrième ne quitte jamais la terre. Un de leurs caractères les plus importants consiste dans les arrangements qui ont été disposés pour mettre à l'abri ces créatures à mouvements lents et engourdis; pour ce but, une double cuirasse a été créée par l'agrandissement des vertèbres, des côtes et du sternum qui enferment tout le tronc dans une vaste boîte osseuse.

La petite tortue d'Europe, la tortue grecque, et la tortue comestible ou tortue franche, sont des exemples connus de ce singulier mode d'organisation parmi les espèces terrestres et parmi les espèces aquatiques. Dans chacun de ces animaux, la présence d'un bouclier compense le défaut de vitesse et les protège contre des ennemis qu'ils ne peuvent éviter par la fuite, ni en cherchant leur salut dans des retraites. La géologie nous apprend que cet ordre a commencé à peu près à la même époque que celui des sauriens, et que depuis lors jusqu'à nos jours ces deux ordres n'ont pas cessé d'exister simultanément pendant toute la durée des formations secondaires et tertiaires. On observe aussi que leurs débris fossiles, de même que les espèces modernes, se partagent dans les trois groupes que nous avons déjà signalés, et qui ont été créés pour habiter la terre ferme, l'eau douce et l'eau salée.

Les animaux de cet ordre ne sont rencontrés que dans des couches postérieures à celles de la série carbonifère. Le plus ancien exemple qu'en cite Cuvier est une grande

tortue marine trouvée dans le muschelkalk de Lunéville ; sa carapace avait 8 pieds de long. On en a rencontré une autre espèce marine à Glaris, dans une ardoise que l'on peut rapporter aux formations crétacées les plus anciennes. Une troisième se trouve à Maëstricht, dans le grès crétacé supérieur. Toutes ces espèces sont associées aux débris d'autres animaux ayant habité les eaux salées, et, bien qu'elles diffèrent des espèces actuelles en même temps qu'elles diffèrent entre elles, elles offrent néanmoins, dans les principes qui ont dirigé leur construction, une conformité telle avec les conditions d'organisation qui font de nos chélonées modernes des animaux créés pour habiter la mer, que Cuvier a pu prononcer sans hésiter que les espèces fossiles soumises à son observation avaient habité certainement les eaux salées.

On rencontre, dans les formations wealdiennes d'eau douce de la série secondaire, des espèces fossiles appartenant aux genres trionyx et émys; mais elles se montrent en plus grande abondance encore dans les dépôts lacustres de la série tertiaire; et, chez toutes, la vie et la mort paraissaient s'être accomplies au milieu de circonstances tout à fait analogues à celles qui entourent maintenant dans les rivières et les lacs des tropiques les espèces vivantes qui leur sont voisines en organisation. On les a rencontrées aussi dans des dépôts marins (958), où leur présence, en compagnie de débris de reptiles crocodiliens, conduit à penser que, suivant toute probabilité, elles furent, ainsi que ces derniers, entraînées de la terre ferme dans la mer à une distance du rivage peu considérable.

Les rapports étroits qui existent, quant à leurs caractères génériques, entre ces tortues fossiles appartenant à des époques géologiques diverses et très-reculées, et les espèces qui vivent nos contemporaines, nous fournissent un frappant exemple de l'unité du plan d'après lequel ont été créés les animaux, à partir des époques les plus éloignées, où ces diverses formes d'organisation furent appelées à l'existence. De même que les rames qui terminent les membres des chélonées furent disposées à toutes les époques pour une locomotion au sein des vagues de la mer, de même aussi les pattes des trionyx et des émydes furent dans tous les temps construites pour une vie plus paisible au sein des eaux douces, tandis que celles des tortues de terre n'offrent pas des caractères moins tranchés qui les désignent comme faites pour ramper à la surface du sol et s'y creuser des terriers.

La rencontre des débris fossiles appartenant aux tortues terrestres a été jusqu'ici beaucoup plus rare. Cuvier en cite deux exemples, l'un à Aix, dans des formations très-récentes; l'autre à l'Ile-de-France. Cependant l'Ecosse a offert tout dernièrement la preuve qu'il existait plus d'une espèce de ces reptiles terrestres durant la période de formation du nouveau grès rouge ou grès bigarré, et cette preuve est d'une nature dont on trouve bien peu d'exemples dans l'histoire des débris organiques (959).

Il n'est pas rare de voir à la surface du grès des empreintes produites par le passage de petits crustacés ou d'autres animaux marins, à l'époque où cette roche était encore à l'état de sable désagrégé gisant au fond des mers. Souvent aussi, les grès feuilletés sont disposés par petites ondulations semblables à celles que produisent les rides de la surface d'une mer peu agitée sur le sable de ses rivages (960).

(958) C'est ainsi que l'on rencontre les débris fossiles de deux grandes espèces d'émydes réunies à des coquilles marines dans le calcaire jurassique de Soleure. On trouve aussi des émydes en même temps que des crocodiles à Sheppy et à Harwich, dans des dépôts marins d'argile de Londres; à Bruxelles, ces derniers se montrent associés à des débris marins, et l'on voit dans le schiste oolithique de Stonesfield, près d'Oxford, des empreintes très-parfaites d'écailles cornées, ayant appartenu à des chéloniens.

(959) *Voyez* le *Mémoire* du docteur Duncan *sur les traces ou empreintes de pieds laissées par divers animaux dans le grès des carrières de Corn-Cockle Muir, dans le comté de Dumfries.* (*Transactions de la Société royale d'Edimbourg*, 1828.)

D'après ce savant, les couches à la surface desquelles se voient ces impressions sont étendues les unes au-dessus des autres, comme le sont des livres inclinés dans un même sens sur un rayon de bibliothèque. La carrière en question a été creusée jusqu'à quarante-cinq pieds, et l'on a trouvé de semblables traces dans toute cette profondeur; et ce n'est pas seulement dans une couche, mais dans plusieurs couches successives; c'est-à-dire que si l'on enlève un lit épais dans lequel se trouvent de semblables empreintes, un autre lit reproduira le même phénomène à la distance de quelques pieds peut-être, mais peut-être aussi à la distance de moins d'un pouce. Cette particularité prouve que les causes qui ont produit ces traces sur ce sable et celles qui les ont recouvertes par la suite ont exercé alternativement leur action à plusieurs reprises.

Une lettre du docteur Duncan, du mois d'octobre 1834, apprend que l'on a découvert tout récemment de semblables empreintes présentant des circonstances à peu près les mêmes, dans les carrières de grès rouge de Craigs, à environ dix milles au sud de Corn-Cokle-Muir, et à deux milles est de la ville de Dumfries. L'inclinaison des couches dans cette localité, comme celle de presque toutes les couches de grès de ce district est d'environ 45° S.-O. L'une de ces traces a de vingt à trente pieds en longueur. On n'en a pas encore rencontré dans cette localité, non plus qu'à Corn-Cockle-Muir.

Sir William Jardine a fait savoir au docteur Duncan que l'on a de nouveau découvert des traces d'animaux dans d'autres carrières de Corn-Cockle-Muir.

(960) En 1831, M. G.-P. Scrope, qui avait visité les carrières de Dumfries, observa de semblables ondulations, et d'abondantes empreintes de pieds de petits animaux dans les couches de marbre de Forest, au nord de Bath. C'étaient probablement des traces de crustacés. (*Philosoph. Magaz.* Mai, 1831, p. 376).

A la surface de certaines couches de gravier calcaire et du schiste de Stonesfield, près d'Oxford, ainsi que des grès de la formation wealdienne des comtés de Sussex et de Dorset, on observe des déjec-

Les mêmes causes qui ont si fréquemment conservé ces ondulations ont dû conserver de même les empreintes que des pieds d'animaux ont pu laisser sur les lits de sable; car la seule condition indispensable pour qu'une telle conservation ait pu avoir lieu, c'est que ces empreintes une fois faites aient été recouvertes par le dépôt d'une matière terreuse avant que les mouvements des eaux ne les aient fait disparaître.

Malgré l'abondance de ces empreintes dans les vastes carrières de Corn-Cockle-Muir, on n'a néanmoins retrouvé aucun fragment osseux appartenant aux animaux dont les pieds se sont ainsi moulés dans la vase. Cette circonstance pourrait peut-être s'expliquer par la nature même du grès siliceux, peu favorable à la conservation des débris organiques; et les conditions de cette destruction complète des restes osseux ne sont pas en opposition avec la conservation d'empreintes faites par les pieds et promptement recouvertes par une couche de sable qui s'y serait moulée de façon à en reproduire les formes avec autant de fidélité que pourraient le faire les substances plastiques employées dans l'art du moulage.

Mais cette absence même d'ossements dans ces roches où se trouvent de si nombreuses empreintes de pieds n'est point un obstacle pour la science; et nous pourrons, sans nous appuyer ailleurs que sur ces derniers témoignages, nous convaincre de l'existence des animaux qui les ont produits, et en reconnaître même jusqu'aux caractères distinctifs. Ces traces sont trop courtes pour que ce soient des pieds de crocodiles ou de quelques autres sauriens connus qui s'y soient ainsi moulés; et c'est parmi les chéloniens ou tortues, que nous pouvons rechercher avec le plus de chances de succès les espèces auxquelles ces empreintes doivent leur origine (961).

Que l'historien et l'antiquaire aillent visiter les champs où se sont livrées les batailles des temps anciens ou des temps modernes; qu'ils suivent pas à pas la marche de ces victorieux conquérants, dont les armées ont broyé les plus puissants royaumes; le vent et la tempête ont effacé le sillon éphémère qu'y avait creusé leur passage, et les pieds de tant de millions d'hommes et de bêtes qui ont parcouru le monde en tous sens, pour y semer la ruine et la désolation, n'ont pu peser assez sur sa surface pour y laisser après eux une seule de leurs empreintes. Mais ces reptiles, qui se sont traînés sur la croûte encore ébauchée de notre planète, aux âges de son enfance, y ont imprimé d'ineffaçables souvenirs de leur passage. Aucune histoire ne rappelle leur création, ni comment ils ont été enveloppés dans une destruction complète; et l'on ne retrouve pas même leurs os parmi les débris fossiles qui nous sont restés de l'univers ancien. Des milliers d'années séparent de nous l'époque où ces traces ont été laissées par le pied des tortues sur les sables de leur Écosse natale; et, le jour où, de nouveau rendues à la lumière, elles viennent s'offrir à notre curiosité et à notre admiration, elles nous apparaissent gravées sur le roc, comme sur une neige récente les pas d'un animal qui vient d'y passer; elles sont là comme une moquerie jetée aux potentats les plus puissants des sociétés humaines, et comme une voix pour nous redire combien sont peu de chose des centaines de siècles en présence de l'éternité (962).

TORTUES, *leur première apparition.* — *Voy.* CONCHYLIEN.

TOURBE. *Voy.* l'*Introduction.*

tions pétrifiées de certains vers marins. Ces déjections se voient à l'extrémité des trous tubulaires que ces animaux se creusaient dans le sable à l'époque où ils habitaient le fond des mers, et que l'on retrouve également dans la substance même du grès. La conservation de ces tubes et de ces déjections démontre combien le fond des mers demeura tranquille, et par quels paisibles mouvements des eaux furent charriés les matériaux qui ont recouvert, sans les déranger, ces diverses pièces si fragiles.

Des faits de cette nature nous prédisposent à croire à la possibilité que des empreintes de pieds de tortues se soient conservées dans le grès rouge, et ils servent aussi à démontrer que cette époque, où les agents de destruction détachaient des terres déjà consolidées les matériaux des couches dérivées, fut partagée en intervalles alternatifs de repos et de convulsions.

(961) Ce mode de conclure d'après les traces des pieds est employé par l'homme dans tous les états de société où il se trouve. L'identité d'un malfaiteur est constatée sur l'empreinte qu'a laissée sa chaussure sur le terrain où il a commis son crime. Les traces de pieds humains que trouva le capitaine Parry sur les bords d'un ruisseau dans la baie de la Possession lui parurent tellement récentes, qu'au premier abord il pensa qu'elles avaient dû y être laissées depuis peu par quelque naturel du pays; mais un examen attentif lui démontra bientôt que c'étaient les empreintes des souliers de quelqu'un de son équipage; elles étaient là depuis quinze mois, et leur conservation était due à l'état de congélation du sol. Non-seulement les sauvages de l'Amérique peuvent reconnaître un élan ou un bison d'après la trace de ses sabots, mais ils affirment même combien de temps s'est écoulé depuis son passage; et l'Arabe, en voyant le sable où a posé le pied d'un chameau, dit si l'animal était pesamment chargé où s'il ne l'était que peu, s'il était estropié ou s'il avait l'usage complet de tous ses membres.

(962) On a trouvé récemment de semblables empreintes fossiles en Saxe, au village de Hessberg, près de Hildburghausen, dans quelques carrières de grès gris quartzeux qui alternent avec des lits de grès rouge à peu près de la même époque que le grès rouge de Dumfries.

Nous en donnerons la description suivante d'après les notices du docteur Hohnbaum et du professeur Kaup : « On rencontre les vestiges de pieds tout à la fois en creux et en relief; les creux ne se voient qu'à la surface supérieure des tables de grès, tandis que les reliefs s'aperçoivent seulement sur les surfaces inférieures des tables qui recouvrent les premières; et c'est par un moulage dans les creux sous-jacents que les reliefs ont été produits. On a trouvé, sur une seule table de 6 pieds sur 5, des traces d'animaux de plusieurs espèces et de grandeurs différentes; les plus grands, qui paraissaient avoir été produits par les pieds de derrière, ont 8 pouces de long et 5 de large. Il y en a un qui a 12 pouces de longueur. Auprès de chacune de ces grandes empreintes, et constamment à la distance régulière d'un pouce

TRAVERTIN. *Voy.* l'*Introduction*.

TRAVERTIN SUPÉRIEUR. *Voy.* FALUNIEN.

TRIASIQUES (TERRAINS). — Le nom de *triasique* a été donné par M. d'Omalius d'Halloy, à la deuxième grande période du monde animé, celle qui suit immédiatement les terrains de transition ou paléozoïques.

Les terrains triasiques se montrent dans les Pyrénées, autour du plateau central, dans le Var, sur les deux versants des Vosges et en Normandie. En Angleterre, ils s'étendent, du nord au sud, dans toute la longueur de la Grande-Bretagne, en Ecosse et en Irlande. Ils sont représentés dans toute l'Allemagne, en Belgique, en Suisse, dans les Etats Sardes, en Espagne, en Pologne, dans le Tyrol, dans la Bohême, dans la Moravie, en Russie. Ils sont indiqués aux Etats-Unis, dans la république de Bolivia (Amérique méridionale). On les a cités encore dans la Colombie, dans les Grandes-Antilles et au Mexique. Sous la ligne au sud, jusqu'au 20° de latitude, et au nord, jusqu'au 48°. Ainsi ces terrains occuperaient une vaste surface du monde.

« Presque tous les géologues ont divisé les terrains triasiques en trois âges superposés : le *grès bigarré*, le *muschelkalk* et les *marnes irisées*. De ces trois séries de couches, distinguées comme coupes d'égale valeur par les auteurs, nous n'en conservons que deux, qui concordent en tous points avec les caractères de superposition et les caractères paléontologiques tirés des animaux et des plantes. Suivant notre manière d'envisager les étages, ils n'existent, pour nous, que lorsqu'ils représentent une époque comme la nôtre, ayant sa faune et sa flore spéciales. Or ces trois séries de couches ont-elles, chacune en particulier, ces caractères? Assurément non; et nous ne voyons, dans ces trois séries, que deux époques marquées, ou mieux deux étages. Nous réunissons ensemble les grès bigarrés et les muschelkalks dans *l'étage conchylien* : 1° parce que ces deux séries de couches, formées de grès bigarrés et de muschelkalk sur les versants des Vosges et en Provence, sont souvent remplacées par des grès sans muschelkalk, comme dans les Pyrénées, en Angleterre et aux Etats-Unis, ce qui prouverait que les deux séries de couches ne sont, dans les Vosges, qu'un accident local, puisqu'elles sont remplacées, sur d'autres points, par des grès seulement, alors l'équivalent à la fois du grès bigarré et du muschelkalk des Vosges. 2° Parce que les deux séries de couches, ou les grès seulement des autres points, reposent, du reste, comme stratification, toujours sur l'étage permien et ont le même caractère géologique. 3° Parce que prise séparément, chacune des deux séries ne donnerait qu'une partie d'une époque : les grès bigarrés, presque sans fossiles marins, ne pourraient, tout au plus, représenter qu'un dépôt terrestre et riverain; le muschelkalk sans fossiles terrestres ne représenterait qu'un dépôt marin. En les séparant, il manquerait donc quelque chose à toutes les deux. 4° Enfin, parce que réunissant ces deux séries de couches dans une seule époque, on la complète, et l'on en fait, comme dans tous les autres étages, une période formée d'une faune et d'une flore terrestres. C'est par la même raison que nous réunissons, sous le nom d'*étage salifèrien*, les marnes irisées dépendantes des parties riveraines et terrestres de cette époque, aux keuper, ou aux calcaires de Saint-Cassian qui en sont les dépôts marins. Cette réunion, en rapport avec la stratification, se trouve pleinement confirmée, du reste, par les considérations paléontologiques tirées, à la fois, des plantes et des animaux. En résumé, nous ne trouvons dans la nature, que deux étages de terrains triasiques, dans l'ordre suivant : l'étage *conchylien* et l'étage salifèrien. » (*Cours de paléont.*, par d'ORBIGNY, t. III.)

Caractères paléontologiques. — Pris comme ensemble, les terrains triasiques se distinguent nettement des terrains paléozoïques sous-jacents, et des terrains jurassiques superposés. Voici, du reste, les caractères négatifs et positifs généraux qu'on peut tirer des restes organisés fossiles.

Caractères négatifs tirés des genres. — Les terrains triasiques se distinguent des terrains paléozoïques par l'absence totale de 323 genres positifs pour ces derniers, et qui sont tous restés, jusqu'à présent, dans ce premier âge du monde, sans arriver à la période triasique.

Pour distinguer l'époque triasique de l'époque jurassique, nous avons tous les genres qui n'existaient pas encore dans la première, et qui n'ont commencé à se montrer que durant la période jurassique. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales : Parmi des animaux qui ont été rapportés aux mammifères, 2 genres; parmi les reptiles, 18 genres; parmi les poissons ganoïdes et placoïdes, 48 genres; parmi les crustacés, 35 genres appartenant principalement aux décapodes et aux isopodes; parmi les insectes, quelques genres d'hyménoptères, d'hémiptères, de lépidoptères et de diptères; parmi les mollusques céphalopodes, 16 genres; parmi les mollusques gastéropodes, 14 genres; parmi les mollusques lamellibran-

et demi en avant, on remarque l'empreinte plus petite de l'un des pieds antérieurs, longue de 4 pouces et large de 3. Les empreintes se suivent sur une même ligne droite, accouplées deux par deux, et chaque paire est séparée de la suivante par un intervalle de 14 pouces. Dans les grandes comme dans les petites empreintes, on voit le grand doigt alternativement à droite et à gauche; les unes et les autres présentent cinq doigts, dont le premier est écarté en dehors à la manière d'un pouce. Les pieds antérieurs et les postérieurs offrent à peu près la même forme, mais diffèrent considérablement quant aux dimensions.

« On voit sur les mêmes sables d'autres traces de pieds plus petits, et différemment conformés, avec des doigts armés d'ongles. Plusieurs de ces empreintes ressemblent à celles du grès de Dumfries, et ce sont probablement des pas de tortues. » — *Voy.* REPTILES.

ches, 23 genres; parmi les mollusques brachiopodes, 3 genres; parmi les mollusques bryozoaires, 17 genres; parmi les échinodermes, échinides et astérides, 24 genres; parmi les échinodermes crinoïdes, 10 genres; parmi les zoophytes, 57 genres; parmi les foraminifères, 10 genres, et parmi les amorphozoaires, 9 genres. C'est-à-dire un total de 292 genres nés postérieurement aux terrains triasiques, et pouvant donner des caractères stratigraphiques négatifs relativement aux terrains jurassiques. Nous pouvons encore signaler les caractères généraux suivants : le manque des classes de mammifères, d'insectes myriapodes, et de 43 autres ordres d'animaux vertébrés, annelés, mollusques et rayonnés. En résumé, pour distinguer les terrains triasiques des terrains inférieurs ou supérieurs, nous avons, en énumérant les diverses séries animales, environ 1,423 genres qui peuvent donner des caractères négatifs, parce qu'ils manquent dans cette seconde période de l'animation du globe.

Pour distinguer les terrains triasiques des terrains paléozoïques, nous avons les 71 genres donnés à ces terrains, comme caractères négatifs, qui deviennent ici des caractères positifs, attendu qu'ils se montrent dans les terrains triasiques, mais sont inconnus, jusqu'à présent, dans la première période de l'animalisation.

Pour distinguer la période triasique de la période jurassique, nous avons tous les genres nés et éteints dans la période triasique et ceux qui sont nés antérieurement sans passer aux terrains jurassiques. Ces genres sont ainsi répartis : parmi les reptiles, 14 genres; parmi les poissons, 8 genres de ganoïdes et de placoïdes; parmi les crustacés, 1 genre; parmi les mollusques céphalopodes, 6 genres; parmi les mollusques gastéropodes, 2 genres; parmi les mollusques lamellibranches, le genre *myophoria;* parmi les mollusques brachiopodes, 4 genres; parmi les mollusques bryozoaires, le genre *coscinium;* parmi les échinodermes, les 2 genres *aplocoma* et *encrinus;* parmi les zoophytes, 2 genres; parmi les amorphozoaires, le genre *stromatopora :* le tout forme un total de 42 genres.

La combinaison de 615 genres pouvant donner des caractères négatifs entre la période triasique et les périodes immédiatement supérieures ou inférieures aux 71 genres positifs qui séparent nettement les terrains triasiques des âges qui les précèdent ou qui leur succèdent, donne, pour chacune de ces périodes en particulier, des faunes parfaitement caractéristiques. La faune triasique a pour facies particulier d'être intermédiaire entre les faunes spéciales des terrains paléozoïques et jurassiques. Elle renferme encore quelques genres, tels que : *orthoceratites, melia, aganides, porcellia, productus, cyrthia, spirifer* et *spirigera,* qui avaient leur maximum de développement dans les terrains paléozoïques, et ne sont, dans les terrains triasiques, où elle s'y éteignait pour toujours, que les derniers reflets des autres formes voisines de l'époque antérieure. Elle renferme déjà les premières espèces des genres plus spéciaux aux terrains jurassiques : les *ammonites,* les *trigonia,* les *gervillia,* les *pentacrinus,* les *montlivaltia,* les *hippalimus,* qui sont les premières traces des nombreux genres voisins particuliers à la période jurassique, comme si la nature préludait aux créations futures. C'est, en effet, dans les terrains triasiques que naissent les premières traces des oiseaux, des tortues, des crustacés décapodes et des céphalopodes acétabulifères, qui prennent un si grand développement dans l'époque suivante. Si la zoologie fossile nous donne ces résulats, la botanique fossile, étudiée avec tant de soin par M. Brongniart, amène précisément aux mêmes conclusions : c'est une nouvelle preuve, nous le pensons, de l'importance des caractères stratigraphiques tirés des corps organisés fossiles.

Si nous joignons aux caractères stratigraphiques énoncés les résultats donnés par les espèces, nous aurons, à chacun des étages, les nombres d'espèces qui suivent :

Etage conchylien,	135 espèces.
Etage salifèrien,	792 —
Total,	927 espèces.

En résumé, nous avons 927 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, et de plantes des terrains triasiques, se divisant en deux zones superposées : les étages conchylien et salifèrien.

Prise dans son ensemble, la période triasique avait des continents et des mers. Les mers se montraient sur une vaste surface de la terre, sur la zone torride et les deux côtés du monde ; elles nourrissaient sur leurs bords des plantes marines, un grand nombre de poissons, quelques crustacés, des mollusques nombreux et beaucoup d'animaux rayonnés. Cet ensemble d'êtres marins n'est plus identique à la période paléozoïque : il ne nourrit plus en effet aucun crustacé trilobite ; les céphalopodes y sont peu nombreux, ainsi que les brachiopodes ; les poissons ganoïdes et placoïdes n'y sont plus à leur maximum de développement. Les crinoïdes, si développés, ne s'y montrent plus que sous deux formes génériques. Enfin 323 genres des terrains paléozoïques sont inconnus dans la période triasique. D'un autre côté, avec la période triasique, comme compensation, naissent de nouvelles espèces de plantes marines ; les crustacés décapodes s'y montrent pour la première fois, avec les céphalopodes acétabulifères et 71 genres nouveaux, parmi lesquels apparaissent des *ammonites*, des *trigonies*, des *plicatules*, des *pentacrinus*, etc., etc.; tandis que les genres *ceratites*, les *myophoria*, les *encrinus* y ont ou leur règne exclusif, ou leur maximum de développement. Aussi, d'un côté, beaucoup de formes animales sont restées ensevelies pour toujours dans les mers paléozoïques; et beaucoup de formes animales nou-

elles apparaissent avec les mers triasiques.

Les continents nous montrent les mêmes changements. Les plantes acrogènes, à leur maximum de développement dans les terrains paléozoïques, y sont ici moins nombreuses, et quelques genres d'animaux terrestres disparaissent entièrement; mais ces changements sont largement compensés par les nouvelles formes qui naissent dans la période triasique. Nous voyons en effet apparaître sur le littoral des continents, pour la première fois, des oiseaux, des tortues ; et les grands reptiles sauriens y atteignent le maximum de leur développement générique et y prennent les formes les plus étranges, tandis que commence le règne des plantes dicotylédones gymnospermes.

En résumé, dans cette seconde période de l'animation du globe, aucun mode de respiration n'existe de plus. Les mêmes classes, les mêmes ordres existent, à ces changements près : que les *crustacés trilobites* y sont en moins; que les oiseaux, les tortues, les crustacés décapodes, les céphalopodes acétabulifères y sont en plus. Beaucoup de genres éteints dans les terrains paléozoïques ont été remplacés par d'autres au moins aussi nombreux. Toutes les espèces y sont totalement différentes.

Pendant cette période du monde animé, moins longue sans doute que la période paléozoïque, des perturbations générales sont venues deux fois disloquer la croûte terrestre, sur quelques points du globe, et anéantir les plantes et les animaux. Deux fois aussi, après cet anéantissement, le repos reparaît sur le globe, et une nouvelle création repeuple la terre de plantes et d'animaux différents des époques précédentes.

TRIGONELLITES. *Voy.* APTICUS

TRILOBITES.— Famille de crustacés fossiles, dont toutes les espèces sont éteintes. La grande étendue qu'occupent les trilobites dans les couches constituantes de l'écorce du globe, et leur abondance numérique dans toutes les localités où on les a rencontrés, sont deux particularités remarquables de leur histoire. On les trouve sur les points les plus éloignés des deux hémisphères austral et boréal ; et on en a constaté la présence dans toute l'Europe septentrionale et dans de nombreuses localités de l'Amérique du Nord; dans les Andes (963) et au cap de Bonne-Espérance.

On n'a jamais rencontré de ces animaux singuliers dans les terrains plus récents que le groupe carbonifère; et trois crustacés, faisant partie comme eux de la division des entomostracés, sont les seuls articulés de cette classe qui se montrent dans des couches contemporaines de celles où se trouvent des débris de trilobites (964). Ainsi, pendant toutes les périodes qui se sont écoulées depuis le dépôt des plus anciennes couches fossilifères jusqu'aux étages supérieurs de la formation houillère (965), les trilobites paraissent avoir été les représentants principaux de toute une classe qui se développa en un grand nombre d'ordres et de familles, après la disparition de ces premières formes crustacéennes.

Les singularités étranges de configuration que présentent les animaux de cette famille ont attiré sur eux l'attention depuis fort longtemps. M. Brongniart, dans son estimable mémoire publié en 1822, en a mentionné cinq genres et dix-sept espèces (966); d'autres auteurs (Dalman, Wahlenberg, Dekay et Green) y ont ajouté cinq nouveaux genres, et ont porté le nombre des espèces à cinquante-deux. On a longtemps confondu les trilobites fossiles avec les insectes, sous le nom d'*entomolithus paradoxus ;* et ce n'est qu'après de nombreuses discussions sur leur nature véritable que l'on est arrivé, dans ces derniers temps, à les ranger dans une section séparée de la classe des crustacés : et, bien que la famille tout entière paraisse avoir été anéantie dès une époque aussi reculée que le fut le terme des dépôts carbonifères, elle n'en présente pas moins certaines anologies de structure qui la rapprochent de très-près des crustacés qui habitent nos mers actuelles (967).

Le segment antérieur des trilobites constitue un grand bouclier semi-circulaire ou

(963) M. d'Orbigny a trouvé des trilobites en compagnie de strophomènes et de productus dans la formation de schiste greywacke de la Cordillère de l'est, république de Bolivia. On trouve aussi dans ce même terrain des coquilles d'eau douce, des mélanies, des mélanopsis, et probablement des anodontes, ce qui est tout à fait en rapport avec la découverte que l'on a faite, il y a peu de temps, de semblables coquilles fossiles dans les terrains de transition de l'Irlande, de l'Allemagne et des États-Unis. On rencontre près de Potosi, des coquilles d'eau douce fossiles jusqu'à une élévation de 13,209 pieds.

Les échantillons qu'a recueillis M. d'Orbigny confirment aussi les opinions de M. Pentland sur les analogies qui existent entre la grande formation calcaire du district en question et les calcaires carbonifères de l'Angleterre, et sur la grande étendue qu'occupent, dans l'Amérique du Sud, les deux formations de la marne rouge et du nouveau grès rouge.

(964) On trouve en Ecosse, dans le calcaire d'eau douce situé au-dessous du terrain houiller du Mid-Lothien, deux genres d'entomostracés, les genres eurypterus et cypris, le premier à Kirkton, près de Bathgate, et le second à Burdie-House, près d'Edimbourg. (*Transact. de la Société royale d'Edimbourg*, t. XIII.) En outre, on a reconnu tout récemment le troisième genre, le genre limule, dans la formation houillère, et nous allons en donner bientôt la description. Ainsi les entomostracés paraissent avoir été les seuls représentants de la classe des crustacés, jusqu'après le dépôt des couches carbonifères.

(965) On a découvert une nouvelle espèce de trilobites, dans le minerai ferrugineux, au milieu du terrain houiller, à Coal-Brook-Dale (Lond. and Edimbourg. Phil. Mag., t. IV, 1854, p. 376.)

(966) Ce sont les genres *calymène*, *asaphus*, *ogyges*, *paradoxus* et *agnostus*. Plusieurs de ces noms ont été choisis précisément pour exprimer l'obscurité qui couvrait la nature des corps auquels on les appliquait κεκαλυμμένη, *obscur* ; ἀσαφὴς, *caché* ; παράδοξος, *merveilleux* ; ἄγνωστος, *inconnu*.

(967) *Voyez* M. AUDOUIN, *Recherches sur les rapports naturels qui existent entre les trilobites et les animaux articulés.*

en forme de croissant, auquel fait suite un abdomen ou corps composé de nombreux segments, qui se recouvrent successivement comme ceux de la queue de l'écrevisse, et en outre partagé en général par deux sillons longitudinaux en trois séries de lobes, d'où leur est venu le nom de trilobites. Le corps se termine, dans plusieurs espèces, par une queue ou post-abdomen triangulaire ou semilunaire, offrant des lobes moins distincts que le corps. Les espèces du genre calymène ont la faculté de se rouler en boule comme les cloportes.

Parmi les animaux du monde actuel, les crustacés du genre sérole (968) sont ceux qui se rapprochent le plus de la famille des trilobites La différence la plus importante qui sépare ces deux groupes consiste dans la série nombreuse de pattes et d'antennes crustacées que possède le premier, tandis que l'on n'a rencontré jusqu'ici aucun vestige de ces organes en connexion avec des débris ayant appartenu au second. M. Brongniart explique l'absence de ces organes par l'hypothèse que les trilobites formaient, dans la série des crustacés, un groupe à antennes très-petites ou même nulles, et dont les meubles, transformés en des lames ou pattes molles et facilement destructibles, supportaient des branchies ou des organes filamenteux destinés à la respiration aquatique et non susceptibles de conservation.

Les limules ou crabes des mollusques, sont, après les précédents, ceux qui se rapprochent le plus des trilobites. Ce sont des crustacés qui abondent maintenant dans les mers des climats chauds, et surtout dans les mers de l'Inde, et sur les côtes de l'Amérique. Leur histoire est importante à cause du passage qu'établissent ces animaux entre les formes éteintes de la classe des crustacés et les formes actuellement existantes. On en a rencontré à l'état fossile dans le groupe carbonifère des comtés de Stafford et de Derby, et dans le calcaire jurassique d'Aichstadt, près de Pappenhein, en même temps que plusieurs autres crustacés marins d'un ordre plus élevé (969).

Dans cette même classe des crustacés, il est un animal dont les membres offrent une disposition tout à fait analogue; c'est le branchipe des étangs (970), si commun dans nos eaux douces stagnantes. Toutes les pattes sont réduites chez cet animal à l'état de lames membraneuses, et ce sont des organes remplissant en même temps les fonctions de la respiration et de la locomotion.

Cette comparaison que nous venons d'établir entre quatre familles différentes de crustacés, dans le but d'illustrer, par les analogies qui en ressortent, l'histoire de cette famille des trilobites, éteinte depuis un temps si long, est un exemple frappant qui nous fait voir jusqu'à quelle époque reculée des temps géologiques remonte cet arrangement systématiques et uniforme d'après lequel ont été établis les rapports étroits qui rattachent entre elles les diverses familles du règne animal. Trois de ces familles font partie des habitants actuels de notre globe, tandis que la quatrième, éteinte depuis longtemps, ne se rencontre plus qu'à l'état fossile. Lorsque nous voyons ainsi les trilobites les plus anciens se placer immédiatement à côté de nos crustacés actuels, nous ne pouvons nous refuser à reconnaître en eux un détail d'un grand système de création dont toutes les parties sont reliées entre elles par l'unité de plan la plus parfaite, et dont les plus minutieux détails se rattachent les uns aux autres par des harmonies d'organisation non interrompues.

Les trilobites offrent un exemple de cet état particulier, et, comme on l'appelle souvent, rudimentaire des organes de locomotion, dans lequel les membres remplissent à la fois des fonctions locomotrices et respiratoires. Ceux qui soutiennent la théorie que les espèces plus parfaites dérivent de formes plus simples par une série non interrompue

(968) Le docteur Leach a établi le genre serolis sur des échantillons provenant du détroit de Magellan (ou mieux de Magalhaens, d'après le capitaine King), et sur un autre venu du Sénégal. Les premiers avaient été pris par sir Joseph Banks pendant son voyage avec le capitaine Cook, et donnés par lui à la Société linéenne. M. le docteur Leach tenait le second de M. Dufresne. Le capitaine King a depuis recueilli, au moyen de la drague, des échantillons nouveaux du même genre sur la côte est de la Patagonie, à quarante-cinq degrés de latitude sud, et à trente milles des côtes, à une profondeur de quarante brasses: il en a trouvé aussi au port Famine, dans le détroit de Magellan, qui avaient été rejetés par la marée, et le rivage, dit-il, était littéralement recouvert de leurs petits cadavres. Cet observateur s'est assuré en outre que, pendant leur vie, ces crustacés nagent tous contre le fond de la mer, parmi les plantes marines. Leurs mouvements sont lents et graduels, et ne ressemblent en rien à ceux d'une chevrette; jamais il ne les a vus venir à la surface; et leurs membres lui ont paru conformés d'une manière spéciale pour nager et ramper au fond des eaux.

(969) Dans le genre limule, on ne voit que de faibles traces d'antennes, et le bouclier qui recouvre la partie antérieure du corps s'étend de façon à recouvrir entièrement une série de petits membres crustacés. En dessous de la seconde portion, ou portion abdominale du test, se voit une série de lames cornées transversales minces qui supportent les fibres branchiales en même temps qu'elles remplissent les fonctions de rames destinées à la natation. On voit cette même disposition de branchies lamelleuses chez les seroles.

Ainsi, pendant que nous trouvons dans les seroles des antennes et des pattes crustacées en même temps que des pattes molles qui remplissent les fonctions de branchies, les limules nous offrent la même disposition des membres et des appendices branchiaux, mais seulement avec de faibles traces d'antennes, et les branchipes nous présentent des antennes et point de pieds crustacés. Les trilobites, dépourvus d'antennes, et dont *tous les membres* de même que ceux des branchipes, sont représentés par des lames membraneuses, sont donc les formes extrêmes qui viennent après ces derniers, dans la série des crustacés entomostracés, de l'ordre des branchiopodes, ordre dans lequel les pieds sont représentés par des lames ciliées réunissant les fonctions de la respiration et de la natation.

(970) *Cancer stagnalis*, Lin.

de changements pourront voir dans les trilobites la souche éteinte d'où sont dérivées dans la suite des âges, par des séries de développements successifs, les diverses formes crustacéennes les plus élevées ; mais une conséquence de cette hypothèse, c'est que nous ne devrions plus retrouver dans le branchipe actuel des conditions organiques tout aussi simples que celles qui nous sont offertes par la famille des trilobites, c'est que le limule, dont l'apparition date des premiers âges, n'eût pas dû conserver ses caractères intermédiaires, n'eût pas dû demeurer à un degré si inférieur dans l'échelle organique, depuis le moment où il apparut pour la première fois dans la série carbonifère, jusqu'à l'heure actuelle, après avoir traversé la période *moyen-âge* des formations tertiaires (971).

Yeux des trilobites. — Outre les analogies que nous venons de mentionner entre les trilobites et certaines formes actuelles de crustacés, il nous en reste à étudier, dans la structure des yeux, de nouvelles et de plus importantes encore. Ce qui appellera sur ce point de notre part une attention toute spéciale, c'est que nous y trouvons le plus ancien, le seul exemple peut-être qui nous soit parvenu du monde fossile, de la conservation des parties aussi délicates que l'étaient les organes visuels d'animaux qui ont cessé de vivre il y a des milliers et peut-être des millions d'années. Nous les étudierons avec un intérêt plus qu'ordinaire, si nous avons présent à l'esprit que ce que nous soumettrons à notre étude n'est autre chose que les mêmes instruments de vision que traversait la lumière pour produire la sensation de la vue chez quelques-uns des plus anciens habitants de notre planète.

La découverte de ces instruments si parfaitement conservés, après avoir été ensevelis pendant un nombre d'années incalculable dans les étages les plus anciens de la formation de transition, est un des résultats les plus curieux des recherches géologiques ; et la structure de ces yeux nous fournit un argument d'une haute importance lorsqu'il s'agit de rapprocher les points extrêmes de la création animale. Si les dispositions mécaniques qui constituent les appareils visuels sont les mêmes qui entrent de nos jours dans la construction des yeux chez les insectes et les crustacés, il y a là une coïncidence, un accord qu'il nous paraît tout à fait impossible d'expliquer, à moins d'invoquer l'intervention active d'une puissance créatrice unique et intelligente.

Le professeur Muller et M. Strauss ont fait connaître avec habileté, et d'une manière complète, comment, chez les crustacés et chez les insectes, la vision distincte est produite par le moyen d'un grand nombre de petites facettes ou de lentilles placées à l'extrémité des tubes coniques, ou de microscopes, dont le nombre s'élève parfois, comme dans le papillon, jusqu'à 35,000, ou jusqu'à 14,000, comme dans la libellule ordinaire.

Il paraît que dans des yeux construits sur ce principe, l'image est d'autant plus distincte que les petits cônes sont plus nombreux et plus longs, à surface égale, et que chacun des petits tubes en particulier ne saisissant que les objets qui sont placés sur son axe, les limites du champ de la vision sont d'autant plus étendues ou plus restreintes que la surface de l'œil est elle-même d'une forme plus ou moins hémisphérique.

Si nous étudions les yeux des trilobites sous le rapport des principes qui ont présidé à leur construction, nous trouverons dans leur forme et dans l'arrangement de leurs facettes des particularités propres à en favoriser l'emploi comme instruments d'optique.

Dans l'asaphus caudatus chacun des yeux contient au moins 400 lentilles presque sphériques, qui forment sur la surface de la cornée des compartiments distincts (972). L'ensemble de la cornée offre une forme en rapport avec les besoins d'un animal destiné à vivre au fond des eaux. Dans cette condition d'existence, voir en dessous était aussi impossible qu'inutile ; mais pour la vision dans le sens horizontal, les arrangements que l'on observe sont pleins de perfection (973). Chaque œil offre à peu près la forme d'un tronc de cône, incomplet seulement sur la face qui regarde l'œil du côté opposé, et là où des facettes, si elles eussent existé, eussent été rendues inutiles par leur position même relativement à la partie de la tête vers laquelle elles se fussent trouvées tournées. La partie extérieure de chaque œil constitue

(971) Le fossile très-rare figuré par Martin dans son *Petrificata Derbiensia*, sous le nom d'entomolithus monoculatus (*lunatus*), paraît n'être autre chose qu'un limule. Il a été trouvé dans un minerai ferrugineux de la formation carbonifère des confins du comté de Derby.

Aux époques secondaires, pendant que se disposait le calcaire jurassique, les limules abondent dans les mers qui recouvraient alors l'Allemagne centrale; et nous retrouvons dans notre limule actuel les mêmes formes que ce genre présentait alors.

M. Stokes a découvert à la face inférieure d'un trilobite fossile du lac Huron une lame crustacée garnissant l'entrée de l'estomac, et ressemblant par sa forme et sa structure à certaines parties analogues des crabes modernes. Cet organe est donc un nouvel anneau qui réunit les trilobites et les crustacés nos contemporains. (*Transactions géologiques*, nouvelle série, t. Ier, p. 208, pl. 27.)

(972) Le cristallin des poissons est sphérique, les cristallins des trilobites offrent aussi à peu près cette forme, ce qui nous porte à la regarder comme en rapport avec le milieu aquatique dans lequel ces organes sont destinés, dans l'un et dans l'autre cas, à remplir leurs fonctions. Aussi présumons-nous qu'une forme semblable est celle des cristallins dans les yeux des crustacés marins, et que cette forme diffère probablement de celle du même organe chez les insectes qui vivent dans l'air.

(973) Les yeux des abeilles sont disposés de la manière la plus favorable pour la vision horizontale et en bas.

une sorte de bastion circulaire comprenant environ les trois quarts du cercle, et disposé par rapport à l'horizon, de telle manière que là où se termine le champ visuel de l'un des yeux, là aussi commence le champ visuel de l'œil voisin, de telle sorte que l'ensemble des deux yeux embrassait dans sa portée horizontale un panorama tout entier

Si nous comparons cette disposition des yeux avec celle que l'on observe dans les trois genres voisins de crustacés dont l'étude nous a servi à mettre en lumière la structure générale des trilobites, nous voyons que c'est le même mécanisme chez tous, modifié de diverses façons, dans le but de le mettre en rapport avec la situation et les habitudes de chacun de ces êtres. C'est ainsi que, chez le branchipe qui se meut dans les eaux avec rapidité suivant toutes les directions, et qui avait besoin de voir dans tous les sens, chaque œil est à peu près hémisphérique et porté sur un pédoncule qui l'éloigne assez de la tête propre pour qu'il puisse remplir complétement toutes ses fonctions.

Chez les séroles la disposition des yeux et l'étendue de la vision sont pareilles à ce que l'on voit chez les trilobites; mais ces organes ont leur sommet moins élevé, et le dos aplati de l'animal ne s'oppose que fort peu à l'arrivée d'une portion des rayons de lumière qui proviennent des corps environnants.

Chez le limule, les yeux latéraux sont sessiles, et leur portée n'embrasse pas l'espace situé immédiatement en avant de la tête; mais le front porte deux autres yeux simples, qui suppléent ce qui manque à l'étendue de la vision par les yeux composés (974).

Dans cette comparaison que nous venons d'établir entre les yeux des trilobites et ceux du limule, des séroles et des branchipes, nous avons étudié les yeux, ces organes de tous les plus délicats et les plus complexes, dans des animaux qui ont vécu à toutes les périodes extrêmes et intermédiaires de la série des créations progressives. Les trilobites des roches de transition, animaux que nous devons compter au nombre des formes les plus anciennes que la vie ait revêtues, offrent dans ces organes les mêmes modifications que nous voyons encore de nos jours s'adapter aux mêmes fonctions dans le genre sérole de la création actuelle; et les mêmes formes dans les mêmes instruments se montrent également pendant la durée de ces périodes intermédiaires de la chronologie géologique, pendant lesquelles les couches secondaires se déposèrent au fond des mers chaudes qu'habitaient les limules, dans les régions de l'Europe qui constituent maintenant les plaines élevées de l'Allemagne centrale.

Les conséquences auxquelles ces faits nous conduisent n'intéressent pas seulement la physiologie animale, elles nous instruisent aussi sur la condition des mers et de l'atmosphère des temps anciens, et sur les rapports de la lumière avec l'un et l'autre de ces deux milieux, à cette époque reculée où les animaux marins les plus anciens étaient pourvus d'organes de vision, dont les arrangements optiques les plus minutieux étaient les mêmes qui servent encore maintenant à transmettre la sensation de la lumière aux crustacés du fond de nos mers actuelles.

Relativement à la nature des eaux où vivaient les trilobites pendant la période de transition tout entière, nous arrivons à cette conclusion que ce n'était pas ce liquide imaginaire, trouble et formé d'un chaos d'éléments en désordre, dont les précipitations, au dire de certains géologues, auraient produit les matériaux constituants de l'écorce du globe; car le liquide au fond duquel les yeux de ces animaux remplissaient leurs fonctions, quel qu'il fût, devait être assez pur et assez transparent pour livrer passage à la lumière, jusqu'à ces organes visuels que nous retrouvons aujourd'hui dans un état si parfait de conservation, et dont la nature nous est si bien connue.

Quant à ce qui concerne l'atmosphère, les mêmes faits nous conduisent de même à penser que si la condition d'alors eût différé essentiellement de la condition actuelle, les rayons lumineux eussent dû en être modifiés, et que des modifications correspondantes devaient nous apparaître dans les organes qui étaient donnés aux crustacés pour recevoir par leur entremise l'impression de ces rayons lumineux.

Nous pouvons arriver à des conclusions analogues relativement à la lumière elle-même; car cette ressemblance entre l'organisation des yeux aux âges primitifs et à l'époque actuelle, nous est une preuve que les relations mutuelles de ces organes et des rayons qui leur transmettaient l'impression des objets extérieurs étaient au fond des mers primitives ce qu'elles sont au fond des mers actuelles.

Ainsi, nous rencontrons parmi les débris organiques les plus anciens un appareil optique de l'organisation la plus curieuse, destiné à produire le sens de la vision sur les animaux qui représentaient à cette époque toute une grande classe de l'embranchement des articulés. Depuis cette époque, ces organes ne sont point passés par une série de changements, des formes les plus simples aux formes les plus compliquées; ils furent créés dès leur première origine, et sans tâtonnement, dans une harmonie parfaite, avec les usages et la condition de la classe d'animaux qui a toujours été, comme elle nous apparaît maintenant, en possession d'yeux construits sur ce principe.

Si nous trouvions un microscope ou un télescope entre les mains d'une momie

(974) Ces yeux sont tellement rapprochés, que c'est parce qu'ils ont été regardés comme constituant un œil unique, que Linnée a donné à cet animal le nom de *monoculus polyphemus*.

égyptienne, ou au sein des ruines d'Herculanum, il ne nous viendrait pas à l'esprit de nier que l'auteur de cet instrument ait ignoré les principes de l'optique. Nous devons arriver à la même conséquence, mais avec une conviction bien plus grande encore, quand nous voyons quatre cents lentilles microscopiques ajustées bord à bord dans l'œil composé d'un trilobite fossile. Mais la puissance de ce raisonnement est centuplée, si nous l'appliquons à l'infinie variété des modifications qu'ont subies ces instruments dans les genres et les espèces, en quantités innombrables, qui se sont succédé à partir des périodes de transition et de la famille depuis si longtemps perdue des trilobites, en passant par les crustacés éteints des périodes secondaires et tertiaires, jusqu'aux crustacés et aux innombrables essaims d'insectes du monde actuel.

Il paraît donc impossible de se refuser à admettre un plan primitif unique, tirant son origine d'un souverain auteur commun de toutes choses, attesté, comme il nous l'est, par tant de preuves réunies d'une intelligence et d'un pouvoir créateur qui surpassent les facultés les plus élevées de l'esprit humain, à un degré aussi infini que les mécanismes de la nature, lorsque nous les étudions dans leurs minutieux détails, et en aidant nos yeux du secours des instruments les plus puissants, nous apparaissent au-dessus des œuvres les plus parfaites de l'art humain.

TRIPOLIS. *Voy.* ROCHES FOSSILIFÈRES et l'*Introduction*.

TURONIEN (ÉTAGE). — Le cinquième des terrains crétacés, et le vingt-et-unième de la série totale des formations géologiques. Ce nom dérive de *Turonia*, la Touraine, parce qu'on trouve un des plus beaux types de cet étage depuis Saumur jusqu'à Montrichard (Loir-et-Cher), à Tours, route de Poitiers, etc., etc. C'est aussi la *craie*, le *grès vert*, la *craie tufau*, la *craie chloritée*, etc.

Aussi nettement tracé que l'étage précédent, celui-ci nous offre l'horizon le plus marqué et le mieux caractérisé par la zone de rudistes, identiquement la même en Saintonge, en Provence, en Espagne, en Italie, en Autriche et en Egypte. Il constitue la sommité des hauts coteaux de Saumur, de Doué (Maine-et-Loire); les couches exploitées à Poncé, à la Martre, à Château-du-Loir, à Grand-Lucé, à Courdemanche; et les couches crayeuses inférieures de la Chapelle-aux-Bois, de Sainte-Cérotte, de Saint-Germain, près de La Flèche (Sarthe), de Gacé (Orne); les couches supérieures d'Honfleur (Calvados), du Havre; les couches inférieures de Rouen, de la côte du Phare, au nord de Fécamp (Seine-Inférieure), lui appartiennent encore. En faisant ainsi le tour du bassin parisien, on remarque que les couches, d'abord minces et peu distinctes de l'étage turonien, au nord et au nord-est, prennent une grande puissance dans toutes les régions sud-ouest du bassin, où elles constituent à elles seules les cinq sixièmes des terrains crétacés de ces contrées.

Partout où l'on a signalé à la fois sur le même point les étages cénomanien et turonien, ce dernier repose en couches concordantes sur l'autre, et suit en tout les mêmes allures, au pourtour des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen. Il ne peut donc rester aucun doute sur la succession régulière dans l'ordre chronologique de cet étage, après l'étage cénomanien qu'il recouvre sur tous les points où il n'y a pas de lacune.

L'étage acquiert une assez grande épaisseur dans la Touraine, la Charente, la Charente-Inférieure et dans la Provence; mais sur aucun point il n'a cette puissance de près de 200 mètres que M. de Verneuil lui a reconnue près de Saint-Ander et d'Oviedo en Espagne.

La conservation des points littoraux, et l'alternance des dépôts côtiers littoraux faits au niveau des marées avec les dépôts sans corps flottants et faits au dessous, qu'on remarque sur plusieurs points de la Touraine, donnent la certitude que des oscillations du sol ont été fréquentes durant l'étage turonien.

Caractères paléontologiques. — L'ensemble de la faune turonienne représente, à côté d'une disparité presque complète des espèces, une grande analogie générique avec la faune de l'étage cénomanien. Néanmoins on y voyait, pour la première fois, un assez grand nombre de genres, parmi lesquels déjà quelques formes que nous voyons prendre leur maximum dans les terrains tertiaires, comme les genres *pyramidella*, *ovula*, à côté de formes encore spéciales aux terrains crétacés, comme les *acteonella*, les *caprinula*, les *hippurites*, etc. C'est le règne des brachiopodes cirridés, pendant lequel se développent un grand nombre de genres qui constituent une *zone de rudistes*. Par un nombre plus grand (24) de genres existant depuis plus ou moins longtemps, qui s'éteignent au commencement de cet âge, on voit qu'il y a déjà une légère tendance à un changement dans les formes génériques propres aux terrains crétacés. Voici, du reste, les caractères plus spéciaux de l'étage.

Pour distinguer l'étage turonien de l'étage précédent, nous avons 36 genres qui, nés avec ou antérieurement, ont également cessé d'exister à la fin de ce même étage sans se continuer à l'étage turonien.

Pour limites entre l'étage turonien et l'étage sénonien, qui lui est supérieur, nous avons, comme caractères négatifs, 83 genres qui manquent encore dans l'étage turonien et n'apparaissent que dans le suivant. Ces genres sont distribués ainsi qu'il suit dans les classes : Parmi les oiseaux, 1 genre; parmi les reptiles, 3 genres; parmi les poissons, 26 genres; parmi les crustacés, 2 genres; parmi les gastéropodes, 5 genres; parmi les brachiopodes, 3 genres; parmi les bryozoaires, 6 genres; parmi les échinodermes, 11 genres; parmi les zoophytes, 7

genres; parmi les foraminifères, 12 genres; parmi les amorphozoaires, 7 genres. En résumé, nous aurions 109 genres ou formes animales pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage turonien.

Les genres qui, encore inconnus à la période cénomanienne, naissent dans la période turonienne, seront autant de caractères positifs pour la distinguer des étages inférieurs. Ces genres sont au nombre de 33.

De ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage turonien sont, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, autant de caractères positifs qui peuvent servir à le distinguer de l'étage sénonien, où ils sont encore inconnus. Ces genres sont au nombre de 11. Nous aurons 27 genres pouvant donner des caractères positifs différents.

Indépendamment des espèces d'animaux vertébrés et annelés, nous avons seulement en animaux mollusques et rayonnés 380 espèces dont on a pu constater l'horizon stratigraphique. Sur ce nombre, 1 espèce s'étant rencontrée dans l'étage turonien, et 2 espèces, le *capsa discrepans* et le *cyclolites elliptica*, s'étant rencontrées dans les étages turonien et sénonien, il nous reste encore 377 espèces caractéristiques propres à tous les faciès de dépôts, et se rencontrant dans toutes les formes minéralogiques des couches.

Chronologie historique. — La fin de l'étage cénomanien, déterminée par une perturbation géologique, a été marquée par l'anéantissement de 26 genres et de 841 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, composant la partie qui nous est connue de la faune de cet étage. Après un laps de temps plus ou moins considérable, sont nés, avec l'étage turonien, 33 genres inconnus aux époques antérieures, et 379 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, indépendamment des animaux vertébrés et annelés, et des plantes qui animaient les mers et les continents.

Les mers sont, à peu de chose près, restées les mêmes juqu'à l'étage cénomanien, néanmoins, les eaux paraissent s'être retirées de plusieurs points, notamment dans le bassin pyrénéen, de la Loire-Inférieure à la Vendée; dans le bassin méditerranéen, sur tous les points connus de la chaîne des Alpes, de la Malle (Var) jusqu'en Suisse. D'un autre côté, les mers auraient gagné sur des points éloignés de nos bassins français.

Les continents ont subi des changements correspondants, au moins pour les parties qui nous sont connues; changements qui remplacent, par des points exondés, les lieux où la mer cénomanienne faisait des dépôts marins dans la Vendée et dans les Alpes, et tout autour du bassin anglo-parisien.

Les mers sont très-animées; on voit près des rivages un grand nombre de mollusques, d'échinodermes; mais cette mer est aussi remarquable par les nombreux récifs sous-marins qu'elle montre sur de vastes surfaces : récifs anciens, qui constituent la 3e zone de rudistes, remarquable par l'assemblage des nombreux brachiopodes cirridés, tels que les hippurites, les radiolites, les caprines, et cette immense quantité de coraux variés qui les accompagnent partout. Les polypiers y sont, en effet, à l'un de leurs règnes de développement de formes.

Les continents, à en juger par les bois fossiles qu'on y rencontre souvent, devaient avoir une brillante végétation; mais ces plantes, comme les animaux terrestres, ne sont pas arrivées jusqu'à nous, et ont été détruites dans les perturbations géologiques. Les oscillations du sol paraissent avoir existé.

Indépendamment de quelques points isolés en France et en Prusse, nous avons, en Russie, une surface longue de 40 degrés en longitude; une autre de 30 degrés d'extension dans l'Amérique septentrionale, d'autres encore dans l'Amérique méridionale et dans l'Inde, qui, parce qu'elles n'ont pas participé aux dépôts turoniens, devaient alors être surélevées. Comme elles ont été envahies par la mer de l'étage sénonien, il est impossible que cet envahissement ait eu lieu sans qu'il se soit fait, sur toutes ces surfaces, un affaissement considérable, à la fin de l'étage turonien et avant les premiers dépôts sénoniens. Ces affaissements s'étendent de la zone torride dans l'hémisphère sud jusqu'au 34°; dans l'hémisphère nord jusqu'au 56°, ou sur l'immense étendue de 90 degrés en latitude, quart de la circonférence du globe terrestre. En longitude, ils font pour ainsi dire le tour du monde, puisque nous les voyons sur tous les grands continents. Nous pensons donc qu'un changement aussi considérable, exercé sur tous les points de la terre à la fois, a suffi et au delà pour amener la fin de l'étage turonien dans le monde entier, et pour déterminer les limites des faunes sur les parties des mers restées intactes, comme en France, en Angleterre, en Espagne, durant cette grande perturbation générale.

TURRILITES. — Genre de mollusques à coquilles spirales voisines des ammonites, enroulées autour d'elles-mêmes et représentant une sorte de tour en vis qui va en diminuant de la base au sommet (975).

Les caractères essentiels et les fonctions des turrilites furent les mêmes que ceux des scaphites, des hamites, des baculites et des ammonites. Dans chacun de ces genres, c'est surtout la forme de la coquille extérieure qui varie; l'intérieur dans toutes est

(975) Les turrilites sont des coquilles extrêmement minces, et leur surface extérieure offre, comme celle des ammonites, des côtes et des tubercules qui leur sont un ornement, en même temps qu'elles en accroissent la résistance. Elles ressemblent, du reste, en tout aux ammonites, à leur mode d'enroulement près. Des lames transversales en partagent l'intérieur en des chambres nombreuses; ces lames ont leur bord festonné, et sont percées près de leur extrémité dorsale pour le passage d'un siphon. La chambre externe est grande.

construit d'une façon semblable dans le but d'aider, à la manière d'un flotteur, les mouvements de quelque mollusque céphalopode. Nous avons vu que les ammonites, qui commencèrent avec les couches de transition, se montrent dans toutes les formations qui suivent, jusqu'aux limites supérieures de la craie, tandis que les hamites et les scaphites sont extrêmement rares et que les turrilites et les baculites manquent complétement jusqu'à l'époque où ont commencé les formations crétacées. Ces dernières, après avoir ainsi commencé d'une manière tout à fait soudaine, disparurent soudainement aussi à la même époque que les ammonites, cédant la place qu'elles occupaient et les fonctions qu'elles remplissaient dans l'économie générale de la nature, à un ordre inférieur de mollusques carnivores qui les ont suppléées pendant toute la période tertiaire, et qui les suppléent encore dans nos mers actuelles.

U

ULODENDRON. *Voy.* Sigillaire.

UNIVERS expliqué par la révélation, *ce qu'il faut penser de cet ouvrage.* — *Voy.* Chaubard.

UNIVERSALITÉ du déluge, *ce qu'on en peut penser.* — *Voy.* Chaubard

V

VALLISNERI. *Voy.* Géologie.

VAPEUR. *Voy.* Couches carbonifères.

VARIATIONS des coquilles. *Voy.* Mollusques.

VÉGÉTATION, *tableau de la végétation à l'époque de la formation des terrains paléozoïques ou de transition.* — *Voy.* Flore fossile.

VÉGÉTAUX FOSSILES. — L'histoire des végétaux fossiles demande à être considérée sous un double point de vue. Le premier se rapporte à l'influence qu'exercent sur la condition actuelle de l'espèce humaine les plantes maintenant converties en charbon fossile, qui revêtirent la surface ancienne du globe ; le second a trait à l'histoire et à la structure des espèces qui constituaient anciennement le règne végétal.

Il paraît que vers les mêmes époques de l'histoire des stratifications où se sont accomplis les changements les plus remarquables dans l'ensemble du règne animal, des changements correspondants se sont manifestés dans les caractères des végétaux fossiles.

Si nous comparons les lois qui ont dirigé les divers systèmes qui se sont succédé sur les surfaces anciennes de notre globe avec celles dont l'influence règle et coordonne la végétation actuelle, nous verrons s'ouvrir à notre activité tout un vaste et nouveau champ de recherches à faire. S'il résultait de cette investigation que les familles dont se compose notre flore fossile furent organisées d'après des principes identiques avec ceux qui règlent le développement des plantes actuelles, ou tellement analogues, que leur ensemble ne constitue qu'un seul et même grand code de lois destinées à la coordination universelle de la vie ; nous y trouverions un anneau de plus de cette chaîne d'arguments que nous fournit l'étude de l'intérieur du globe, pour démontrer l'unité de l'Architecte intelligent et puissant qui présida à la construction du monde matériel tout entier.

Nous avons vu que les premiers débris animaux que l'on ait observés jusqu'ici ont appartenu à des espèces marines ; et comme l'existence d'une espèce animale quelconque implique l'existence antérieure ou au moins contemporaine d'espèces végétales destinées à lui fournir un principe d'alimentation, nous pouvions *à priori* poser comme probable cette conclusion qu'est venue confirmer l'observation, que des plantes marines devaient exister dans les couches où se rencontrent ces animaux les plus anciens, et se continuer depuis cette époque dans toutes les formations d'origine marine. M. Adolphe Brongniart à fait voir, dans son admirable *Histoire des végétaux fossiles* (976), que la *végétation sous-marine* actuelle semble se partager en trois grandes divisions, en rapport jusqu'à un certain point avec les trois zones glaciale, tempérée et torride ; et qu'une distribution analogue se fait remarquer dans les algues submergées fossiles, d'après laquelle on trouve dans les formations géologiques les plus basses et les plus anciennes des genres voisins de ceux qui abondent maintenant dans les climats les plus chauds, tandis que les formes de la végétation sous-marine qui se succèdent les unes aux autres dans les périodes secondaire et tertiaire semblent se rapprocher davantage de celles de nos climats actuels, à mesure qu'elles appartiennent à des couches d'une formation plus récente (977).

Une revue générale des débris de végé-

(976) In-4° ; Paris, 1828.

(977) *Voy.* M. Ad. Brongniart, *Histoire des végétaux fossiles*, t. Ier, p. 47. — Le docteur, Harlan, dans le *Journal de l'Académie des sciences naturelles*

gétaux terrestres qui peuplent les trois grandes divisions des formations géologiques stratifiées nous fait voir qu'ils se partagent en des groupes dont chacun indique que la surface de la terre a subi la même diminution progressive de température que la végétation sous-marine nous annonce s'être accomplie au fond des mers. Ainsi, dans les couches de la série de la transition, nous voyons s'associer quelques-unes des formes *actuelles* de plantes *endogènes* (978), et particulièrement des fougères et des équisétacées, avec certaines familles *éteintes d'endogènes et d'exogènes*, que quelques botanistes modernes ont considérées comme indiquant un climat plus chaud que ne l'est de nos jours celui des tropiques.

Dans les formations secondaires, les espèces de ces familles les plus anciennes sont devenues beaucoup moins nombreuses, et un grand nombre de genres et même des familles ont entièrement disparu. En même temps deux familles qui comprennent plusieurs des formes végétales actuellement existantes, et qui étaient rares dans la formation carbonifère, les *cycadées* et les *conifères*, prennent un accroissement considérable. L'ensemble de caractères qu'offrent les groupes qui constituent ces deux séries indique un climat dont la température était à peu près la même que celle qui règne maintenant entre les tropiques.

Dans les dépôts tertiaires, la plus grande partie des familles de la première série disparaissent, ainsi que plusieurs de celles de la seconde ; et une végétation *dicotylédone* (979) plus compliquée prend la place des formes plus simples qui avaient prédominé pendant la durée des deux périodes précédentes. Aux calamités gigantesques ont succédé des équisétacées plus petites : les fougères sont réduites aux proportions numériques faibles et à la petite taille que nous leur voyons sur les limites méridionales de nos climats tempérés. La présence des palmiers nous atteste que la température ne descendait jamais jusqu'à un froid de quelque intensité ; et tout l'ensemble des caractères généraux s'accorde à nous indiquer un climat très-approchant de celui des bords de la Méditerranée.

Nous devons aux travaux de Schlotheim, de Sternberg et d'Ad. Brongniart, d'avoir posé les fondements d'un arrangement systématique des plantes fossiles, grâce auquel, en nous aidant des analogies que nous offrent les plantes récentes, nous pourrons aborder la question ardue de la nature de l'ancienne végétation du globe durant les périodes où se formaient les couches qui constituent son enveloppe.

Il est peu de personnes qui soient au courant des témoignages qui nous ont conduits, après une longue incertitude, à une solution certaine de la question si longtemps en litige, de l'origine végétale de la houille. Il n'est pas rare que nous rencontrions, parmi les cendres qui tombent des grilles où nous brûlons de la houille, des traces de plantes fossiles dont toute la substance a été pénétrée par de la vase, à l'époque où elles sont tombées dans la masse végétale à laquelle la houille doit son origine, et dont les formes sont reproduites par l'argile ou le sable qui s'y est introduit, de la même manière que les formes intérieures d'un moule sont reproduites par la matière que l'on y verse.

M. Hutton a découvert une preuve encore plus décisive de l'origine végétale de la houille, même la plus complétement convertie en bitume. Il a fait connaître en effet que si l'on réduit en lames minces, pour les soumettre au microscope, l'une quelconque des trois variétés de houilles qui se trouvent aux environs de Newcastle, on y reconnaît une structure végétale plus ou moins évidente (980)

Pour mettre cette question dans un jour

de Philadelphie, 1831, et M. R.-C. Taylor, dans le *Magasin d'histoire naturelle de Londres*, janvier 1834, ont fait connaître de nombreux dépôts de *fucoïdes* qui se montrent par couches minces fréquentes dans les terrains de transition de l'Amérique du Nord, et qui se montrent sur une longue étendue du flanc est de la chaîne des Alleghanys. L'espèce la plus abondante est celle que le docteur Harlan a désignée sous le nom de *fucoïdes alleghaniensis*. M. R.-C. Taylor a trouvé des dépôts étendus de fucus fossiles dans la grawacke de la Pensylvanie centrale. On a trouvé dans une localité sept couches de végétaux différents, dans une épaisseur de quatre pieds ; et sur un autre point, on en a rencontré jusqu'à cent dans une épaisseur de vingt pieds seulement (*Journal de Jameson*, juillet 1835, p. 185.) « J'ai vu aussi, dit Buckland, des fucoïdes en grande abondance dans le schiste traumatique (*grawacke-slate*) des Alpes maritimes, sur plusieurs points de la nouvelle route de Nice à Gênes ; et j'ai rencontré une fois, et cela dans un puits, à Cheltenham, de petits fucoïdes dispersés en grande abondance dans du schiste de la formation liassique. » Le *fucoïdes granulatus* se voit dans le lias de Lyme-Regis, et à Boll, dans le Wurtemberg ; et le *fucoïdes Targionii* dans le sable vert supérieur des environs de Bignor, dans le comté de Sussex.

(978) On désigne sous le nom d'*endogènes* les plantes dont les tiges s'accroissent par une addition de parties se faisant de l'intérieur à l'extérieur. Les *exogènes*, au contraire, sont celles dont l'accroissement se fait par des parties qui s'ajoutent à l'extérieur de la plante.

(979) On désigne sous le nom de plantes monocotylédones celles dont l'embryon n'offre qu'un seul cotylédon ou lobe ; telle est la graine du lis ou de l'oignon. Les plantes dicotylédones sont celles dont l'embryon présente deux lobes, comme une fève ou une graine de café. Les tiges des plantes monocotylédones sont toutes des tiges endogènes, c'est-à-dire qu'elles s'accroissent de l'intérieur à l'extérieur par des faisceaux vasculaires contenus dans une masse de tissu cellulaire, et que leur volume s'augmente par une addition de substance qui a lieu du centre à la circonférence : tels sont les palmiers, les cannes, les liliacées. Les tiges des plantes dicotylédones sont toutes exogènes, c'est-à-dire qu'elles s'accroissent par addition de couches concentriques se formant vers l'extérieur. Ces couches constituent des anneaux dont chacun indique l'accroissement total d'une année : c'est ce qui a lieu dans le chêne et dans les autres arbres forestiers de nos climats.

(980) « Si l'on prend au hasard un échantillon quelconque de ces variétés de houille, dit M. Hutton,

encore plus complet, nous ajouterons ici une courte description de la manière dont les débris végétaux sont disposés dans les couches carbonifères de deux gisements de houilles fort importants, celui de Newcastle dans le nord de l'Angleterre, et celui de Swine en Bohême, au N.-O. de Prague.

Le terrain houiller de Newcastle fournit en ce moment de riches matériaux à la flore de la Grande-Bretagne, que publient en commun M. le professeur Lindley et M. Hutton. Les végétaux de la formation houillère de la Bohême forment la base de la *Flore du monde primitif*, du comte Sternberg, dont la publication a été commencée à Leipsick et à Prague en 1820.

D'après MM. Lindley et Hutton (*Flore fossile*, tome I^er^, page 16), « Il y a des lits de schistes et de schistes argileux où abondent plus que partout ailleurs ces débris curieux d'un monde plus ancien, et dont les particules déliées ont été comme une cire sur laquelle se sont empreintes et conservées, dans toute leur perfection et dans toute leur beauté, les formes les plus délicates qui entrent dans la structure organique des végétaux. S'il arrive que ce soit un schiste qui constitue le toit d'un banc de houille propre à être exploité, ainsi que cela a lieu généralement, nous y trouvons à faire la plus abondante moisson de fossiles; et peut-être n'est-ce pas tant par suite de quelque circonstance particulière à ces sortes de lits que parce que nous les connaissons sur une plus grande étendue, et que nous les étudions davantage. Le dépôt principal n'est pas en contact immédiat avec la houille, mais il en est séparé par une distance de douze à vingt pouces; et il y en a dans cette position une quantité si immense qu'il n'est pas rare qu'elle soit la cause d'accidents sérieux, en détruisant l'adhésion du lit de schiste, qui se sépare et tombe après que le travail du mineur a enlevé la houille qui le supportait. Lorsqu'il s est fait une chute considérable de cette nature, c'est chose curieuse à voir que la voûte de cette ruine recouverte de ces formes végétales dont quelques-unes sont d'une beauté et d'une délicatesse parfaites; et tout observateur est frappé de la confusion extraordinaire avec laquelle sont dispersés ces restes brisés, et de la puissante action mécanique dont ils nous fournissent d'abondants témoignages. »

On rencontre dans les autres gisements houillers de la Grande-Bretagne une abondance pareille de restes végétaux distinctement conservés. Mais l'exemple le plus remarquable que l'on en ait encore observé, c'est celui des mines de Bohême que j'ai déjà citées. Les peintures de feuillages les plus exquises qui recouvrent les lambris des palais de l'Italie ne peuvent entrer en comparaison avec la belle profusion des formes végétales éteintes qui tapissent les galeries de ces mines de houille; c'est un dais d'une magnifique tapisserie, qu'enrichissent des festons d'un gracieux feuillage jetés sans règles et avec une sorte de profusion sauvage sur tous les points de sa surface. Ce qui en rehausse encore l'effet, c'est le contraste de la couleur noir de jais de ces végétaux avec la teinte pâle du fond, qui forme la roche à laquelle ils sont fixées. Le spectateur se sent transporté comme par enchantement dans les forêts d'un autre monde, il y est entouré d'arbres de formes et de caractères maintenant inconnus à la surface du globe, et qui s'offrent à son admiration dans toute la beauté et la vigueur de leur vie primitive. Leurs troncs écailleux, leurs branches inclinées avec toutes les délicatesses de leur feuillage, s'étalent devant lui, à peine altérés par les âges sans nombre qu'ils ont traversés pour arriver jusqu'à nous; ils sont là comme des témoins fidèles de systèmes de végétation qui ont eu leur commencement et leur fin à des époques

on y reconnaîtra une structure végétale plus ou moins apparente, ce qui suffirait pour démontrer, de la manière la plus complète, l'origine végétale de la houille, alors même qu'il n'en existerait aucune autre preuve.

« Chacune de ces trois sortes de houille, outre la fine réticulation que l'on y distingue, et qui est due à ce que sa texture est d'origine végétale, offre d'autres cellules remplies d'une substance légèrement colorée en brun-jaune, d'une nature probablement bitumineuse, assez volatile pour être entièrement expulsée par la chaleur avant qu'aucun changement ait encore eu lieu dans les autres éléments constituants de la houille. Le nombre et l'aspect de ces cellules diffèrent suivant les diverses variétés de la houille. Dans la houille grasse (*caking coal*), les cellules en question sont comparativement peu nombreuses et de forme très allongée; dans les portions les plus fines de cette houille, là où la forme rhomboïdale des fragments indique une cristallisation plus complète, les cellules sont complètement oblitérées.

« La houille schisteuse offre deux sortes de cellules, remplies également d'une substance bitumineuse jaune : les unes sont de la nature de celles que nous avons déjà mentionnées dans la houille grasse (*caking coal*); les autres sont plus petites, réunies par groupes et de forme sphéroïdale allongée,

« Les diverses variétés de houille que l'on désigne à Newcastle sous les noms de *cannel*, de *parrot*, de *splent coal*, n'offrent jamais la structure cristalline si apparente dans la bonne houille grasse; rarement on y trouve la première espèce, de cellules, et toute la surface se compose d'une série presque continue de cellules de la seconde espèce, remplies de matière bitumineuse, et séparées entre elles par de minces cloisons fibreuses. M. Hutton regarde comme fort probable que ces cellules proviennent de la texture réticulaire de la plante mère, structure qui est devenue plus confuse par la pression énorme à laquelle a été soumise la matière végétale. »

L'auteur ajoute que, bien qu'en général les variétés de houille cristallines et non cristallines, ou, en d'autres termes, parfaitement ou imparfaitement minéralisées, se rencontrent généralement dans des couches séparées; il est néanmoins facile de rencontrer des échantillons où les deux variétés se trouvent réunies sur une étendue d'un pouce carré. De ce fait, ainsi que de la position constamment la même où ces échantillons se trouvent dans les mines, on est conduit à rapporter les différentes variétés de la houille à des différences dans les plantes auxquelles ces variétés doivent leur origine. (*Proceedings of Géological Society; London and Edimb. Philosoph. Mag.*, 3^e^ série, t. II, p. 302, avril 1833).

dont, sortant de leur linceul de pierre, ils viennent en quelque sorte nous raconter la véridique histoire.

Tels sont les grands herbiers de la nature où, dans des conditions de notre planète qui n'existent plus, se sont conservés les restes les plus anciens du règne végétal, avec une perfection qui laisse à peine quelque chose à regretter de leurs formes vivantes.

VÉGÉTAUX: *rapports entre les végétaux des régions diverses à chaque époque géologique.* — *Voy.* FLORE FOSSILE. — *Rapports entre les végétaux d'époques et de périodes successives.* — *Ibid.*

VEGETAUX, *leur création.* — *Voy.* GODEFROY, MARCEL DE SERRES, MAUPIED, etc.

VEINES MÉTALLIFÈRES.—Un des effets des forces perturbatrices sur l'écorce du globe, a été d'y produire des déchirements ou fissures dans les roches qui ont été soumises à leurs actions violentes, et de les convertir ainsi en des réservoirs où se sont rassemblés les minerais métalliques, à la portée des efforts de l'homme. La plus grande partie des veines métallifères prend son origine dans des fentes et des crevasses énormes qui descendent irrégulièrement et obliquement à des profondeurs inconnues, et qui ressemblent aux déchirements et aux fentes qui se produisent de nos jours par l'action des tremblements de terre. Les terrains des diverses époques sont coupés par des fissures, où se sont entassées, comme dans des magasins, d'immenses richesses minérales. Ces fissures sont plus ou moins remplies de minerais métallifères et terreux de diverses formes, qui s'y sont déposés par couches successives et se correspondant souvent sur les faces opposées de la veine.

Des veines métalliques se montrent très-fréquemment dans des roches de la série primaire et de la série de transition, et surtout dans ces portions basses des roches stratifiées qui se rapprochent le plus des roches cristallines non stratifiées. On en trouve rarement dans les formations secondaires, et plus rarement encore dans les couches tertiaires (981).

Quelques métaux se montrent, mais rarement, disséminés dans la substance même des roches. Ainsi l'étain se rencontre parfois disséminé dans le granite, et le cuivre dans le schiste cuivreux de la base du Hartz à Mansfeld, etc.

La plupart et les plus riches des veines métalliques du Cornouailles, ainsi que celles d'un grand nombre d'autres districts métallifères, se trouvent près du point de jonction du granit avec les schistes qui le recouvrent. Elles varient en puissance depuis moins d'un pouce jusqu'à trente pieds et au-delà ; mais l'épaisseur la plus ordinaire des veines, soit d'étain soit de cuivre, dans cette contrée, est comprise entre un et trois pieds, et les couches, d'une épaisseur moindre, contiennent un minerai plus dégagé de toute autre substance, et par conséquent d'une exploitation plus avantageuse (982).

On a proposé diverses hypothèses pour expliquer comment ces fissures au sein de roches solides ont été remplies de minerais métalliques en même temps que de substances terreuses, souvent différentes par leur nature de la roche qui les contient. Werner supposait que les substances qui y sont contenues y avaient pénétré d'en haut à l'état de solution aqueuse, tandis que Hutton, au contraire, et ses partisans, pensent que ce contenu y a été lancé d'en bas par injection, à l'état de fusion ignée. D'après une troisième hypothèse, les veines minérales auraient été remplies par un procédé de *sublimation* qui aurait transporté dans les ouvertures et dans les fissures des terrains divers les substances minérales soumises plus bas à une chaleur intense (983). Dans une qua-

(981) M. Dufresnoy a fait voir que les mines d'hématite et de fer spathique des Pyrénées orientales, lesquelles se rencontrent dans des calcaires appartenant à trois âges différents, dans le calcaire de transition, dans le lias et dans la craie, sont toutes situées sur des points où ces calcaires se trouvent presque en contact avec le granite; et il les regarde comme ayant probablement été remplies par la sublimation de la matière minérale dans l'intérieur des cavités des calcaires, à l'époque même où eut lieu le soulèvement du granite de ce point des Pyrénées, ou peu de temps après. Ce soulèvement s'accomplit à une époque postérieure au dépôt de la formation crétacée, et antérieure à celui des couches tertiaires. Ces calcaires ont tout pris des formes cristallines là où ils ont été en contact avec le granit; et le fer y est sur certains points mêlé à des pyrites de cuivre et à une galène argentifère. — (*Mémoire sur la position des mines de fer de la partie orientale des Pyrénées;* 1834.)

D'après les observations de M. C. Darwin, le granit des Cordillères du Chili, près du col de Uspellata, qui constitue des pics d'une hauteur qui paraît aller jusqu'à 14,000 pieds, était fluide à l'époque des périodes tertiaires ; et les couches tertiaires que la chaleur de cette masse en fusion a rendues cristallines, et qui sont traversées par des dykes de substance granitique, sont maintenant fortement inclinées, et constituent des lignes anticlinales régulières et compliquées.

Les mêmes couches sédimentaires, ainsi que les laves, sont également traversées par de véritables veines très-nombreuses de fer, de cuivre, d'arsenic, d'argent et d'or, que l'on peut suivre jusque dans le granit sous-jacent. (*Lond. and Edimb. Phil. Mag.*, nouv. série, t. VIII, p. 158.)

(982) La disposition que prennent les filons métalliques dans les terrains où il sont renfermés se trouve exposée d'une manière remarquable dans le rapport géologique de M. Thomas, auquel sont jointes une carte et des coupes du district métallifère des environs de Redruth, le plus intéressant de tous les districts métallifères du Cornouaille. On y voit réunies sur une pente étendue les phénomènes les plus importants, tels que les filons métalliques, les glissements de terrains, les entrecroisements de filons, phénomènes dont chacun se manifeste jusqu'à une profondeur inconnue, et se continue sans interruption à travers des terrains d'âges différents.

(983) M. Patterson a publié dans le *London and Edimburgh Phil. Magazine* (mars 1829, p. 172), le résultat des expériences à l'aide desquelles il est parvenu à produire un minerai de plomb ou galène artificielle, dans un tube de terre dont la partie moyenne était portée à une haute température. Ayant fait passer de la vapeur d'eau sur une certaine quantité de galène placée dans le point le plus échauffé du tube,

trième théorie on suppose que les veines ont été lentement remplies par *ségrégation*, ou infiltration, soit dans des crevasses et dans des cavités contemporaines formées pendant la contraction et la consolidation des substances primitivement liquides des roches elles-mêmes, soit, ainsi qu'on l'observe le plus fréquemment, dans des fissures produites par la rupture et la dislocation des couches solides. Des ségrégations de cette nature pourraient avoir eu pour causes des actions électro-chimiques continuées sans interruption pendant un laps de temps étendu (984).

Tous les métaux qui existent dans l'écorce terrestre, si l'on en excepte le fer, ne s'y trouvant qu'en quantités comparativement petites, en même temps qu'ils ont la plus haute valeur pour l'espèce humaine, puisque ce sont les principaux instruments à l'aide desquels elle s'éloigne de l'étage sauvage, il était de la plus haute importance qu'ils fussent disposés d'une manière qui les rendît accessibles à l'industrie humaine, et ce but est admirablement atteint par le mécanisme des filons métalliques.

Si les métaux avaient existé en grande quantité dans les terrains de toutes les formations, ils fussent devenus nuisibles à la végétation; s'ils eussent été disséminés par petites quantités dans la substance même des couches, il en eût trop coûté pour les séparer de leur gangue. Mais toutes ces difficultés sont levées dans la disposition actuelle, où ces substances sont réunies çà et là dans les réservoirs naturels des veines métallifères.

On voit comment un plan et des arrangements créés dans des vues pleines de bienveillance nous sont attestés par l'établissement primitif de ces dépôts minéraux, par la disposition qui leur a été donnée, par les proportions relatives suivant lesquelles ils ont été répartis, par les mesures qui ont été prises pour les rendre accessibles, moyennant certaines dépenses, à l'industrie de l'homme, et pour les mettre en même temps à l'abri d'un gaspillage insensé et d'une destruction prenant sa cause dans les agents naturels, par la dispersion plus générale de ceux de ces métaux qui sont les plus importants, et par la rareté comparative de ceux qui le sont moins; enfin dans les soins qui ont été pris pour mettre à notre portée les moyens de réduire à l'état métallique les minerais qui les renferment (985).

Toutefois les arguments que nous tirons de l'utilité de ces dispositions sont complétement indépendants du succès d'une ou de plusieurs des hypothèses que l'on a proposées pour en rendre compte. Quels que soient, en effet, les procédés qui ont rempli les veines minérales de leurs précieuses richesses; que ce soit *exclusivement* par sé-

il vit que l'eau s'était décomposée, et que toute la galène s'était portée par sublimation de la partie la plus échauffée du tube dans la partie la plus froide, où elle s'était déposée sous forme de cubes ressemblant exactement au minerai primitif. Il ne s'était pas formé de plomb pur. Ce fait du dépôt de la galène à un état parfait de cristallisation, par suite du contact de sa vapeur avec la vapeur d'eau, nous conduit à cette conclusion importante, que la galène peut, dans certaines circonstances, avoir rempli les filons minéraux par une sublimation venant d'en bas.

Le docteur Daubeny a trouvé par une expérience que, si l'on fait passer de la vapeur d'eau à travers de l'acide borique échauffé, la vapeur s'empare de l'acide et en entraîne une partie, bien que cette dernière substance ne soit pas volatile par elle-même. Cette expérience nous explique la sublimation de l'acide borique dans le cratère des volcans.

(984) Les observations de M. Fox sur les propriétés électro-magnétiques des filons métallifères du Cornouailles (*Transact. philos.*, 1830, etc.) paraissent devoir jeter de nouvelles lumières sur ce sujet obscur et difficile. D'un autre côté, les expériences de M. Becquerel, sur la cristallisation artificielle de composés cristallins insolubles de cuivre, de plomb et de chaux, et d'autres substances, par la réaction et le transport lent et partagé des éléments de composés solubles (Becquerel, *Traité de l'électricité*, t. Ier, chap. 7, p. 547, 1834), paraissent expliquer plusieurs changements chimiques qui se seraient effectués sous l'influence de courants électriques faibles dans le sein de la terre, et surtout dans les veines métalliques.

« Lorsque deux corps, dont l'un est liquide, réagissent très-faiblement l'un sur l'autre, la présence d'un troisième corps conducteur, ou dans lequel la capillarité remplace la conductibilité, fournit un passage à l'électricité résultant de l'action chimique, et un courant voltaïque s'établit, qui accroît l'énergie de l'action chimique des deux corps. Dans les actions chimiques ordinaires, les combinaisons s'effectuent par la réaction directe des corps les uns sur les autres, réaction par suite de laquelle tous les éléments constituants concourent à l'effet général, tandis que, dans le mode d'action étudié par Becquerel, les corps sont pris à l'état naissant, et l'on n'emploie que des forces excessivement faibles; d'où il suit que les molécules, qui ne sont produites pour ainsi dire qu'une par une, sont, malgré leur insolubilité, disposées à prendre des formes régulières, parce que *leur nombre* n'apporte aucune perturbation dans leur arrangement. C'est en appliquant ces principes, et à l'aide de faibles courants électriques, que cet auteur a fait voir que l'on pouvait obtenir artificiellement plusieurs corps cristallisés que jusqu'ici l'on n'avait encore rencontrés que dans la nature (Wheatstone). »

(985) « Il est un argument, dit M. Taylor, qui m'a toujours fortement frappé, comme prouvant, d'après la position même des métaux, l'existence d'une sagesse et d'un plan rempli de bienfaisance. Les métaux sont en effet disposés de telle façon qu'ils sont mis à l'abri du gaspillage de l'imprévoyance, et qu'ils exercent en même temps au plus haut degré le génie de l'homme, d'abord par la difficulté de les découvrir, puis par la nécessité où il se trouve de vaincre les obstacles dont leur recherche est environnée.

« De là l'origine de bienfaits qui se continuent dans toute la durée des siècles; de là, des aiguillons pour l'industrie et pour l'exercice des facultés de l'esprit, qui sont pour nous la plus abondante source de bonheur. Si les métaux eussent été placés de façon à pouvoir être extraits sans peine, on en eût trop abondé dans certaines circonstances, on en eût manqué dans d'autres, et leur recherche n'eût exigé ni intelligence ni habileté.

« Dans l'état actuel des choses, ils me paraissent en accord complet avec les plans parfaits d'un créateur plein de sagesse, plans dont la vue et la contemplation nous procurent tant de jouissances. »

grégation ou par sublimation que ces métaux y ont été entassés, ou bien que ces deux méthodes y aient contribué, soit simultanément, soit consécutivement, l'existence même des filons n'en demeure pas moins un fait de la plus haute importance pour l'espèce humaine ; et, bien que les bouleversements ou les autres phénomènes auxquels ces filons doivent leur origine se soient accomplis à une époque de longtemps antérieure à la création de l'homme, la raison nous conduit à conclure qu'il dut entrer dans les desseins providentiels du Créateur, à l'époque où il déchaîna les forces physiques qui ont produit quelques-uns des bouleversements les plus anciens et les plus violents dont notre globe ait été le théâtre, un souci providentiel des besoins et du bien-être des créatures les plus parfaites à qui la terre était destinée pour demeure, et qui devaient être appelées les dernières à prendre leur place à sa surface (986).

VENTS, leur action sur les dépôts de sédiments. — *Voy.* COUCHES SÉDIMENTAIRES.

VOLTAIRE. *Voy.* GÉOLOGIE.

VULCANISTES, controverse entre les vulcanistes et les neptunistes. *Voy.* GÉOLOGIE.

W

WEALDIENNE (FORMATION). *Voy.* NÉOCOMIEN.

WERNER. *Voy.* GÉOLOGIE.

WILLIAMS. *Voy.* GÉOLOGIE

WISEMAN, *adopte l'hypothèse antéhexamérique.* — *Voy.* JÉHAN (DE SAINT-CLAVIEN). — *S'appuie sur les Pères de l'Église pour démontrer la nécessité de l'étude des sciences.* — *Voy.* COSMOGRAPHIE, *sub fin.*

WHISTON. *Voy.* GÉOLOGIE.

WHITEHURST. *Voy.* GÉOLOGIE.

Y

YEUX DES TRILOBITES, *conséquences qui découlent de leur existence.* — *Voyez* TRILOBITES

Z

ZAMIA. *Voy.* CICADÉES. — Cette plante fossile appartient au terrain crétacé.

(986) Un des hommes qui ont écrit les premiers et avec le plus d'originalité sur la théologie physique a résumé dans le peu de mots qui suivent l'importance des métaux pour l'humanité.

« Quant aux métaux, ils sont à tant de titres utiles à l'espèce humaine, et leurs usages sont si bien connus de tout le monde, que ce serait peine superflue que d'en dire quelque chose. Sans eux, en effet, toute culture et toute civilisation seraient impossibles ; point de charrues ni d'agriculture, point de faux ni de récoltes, point de bêches ni de jardinage, point de serpette ni d'horticulture, point de greffe ni de culture des arbres, point d'ustensiles ni de meubles de ménage, point de maisons commodes ni d'édifices publics, point de vaisseaux ni de navigation. Quelle condition sauvage et misérable eût nécessairement été la nôtre ! C'est ce que nous pouvons facilement comprendre en voyant la condition des Indiens de l'Amérique du Nord. Nous ferons seulement remarquer que, parmi ces métaux, ceux qui sont d'un usage moins fréquent et plus nécessaire, comme le fer, le cuivre et le plomb, sont ceux qui se rencontrent le plus fréquemment et en plus grande abondance ; d'autres, qui sont plus rares, sont aussi d'un usage plus fréquent ; cependant ils sont, par cela même, utilisés comme mesure commune et comme terme de comparaison pour tous les besoins de la vie. C'est en effet avec ces métaux que se font les monnaies. Les peuples de toutes les nations civilisées de toutes les époques les ont employés à cet usage. — RAY. *Wisdom of God in the creation*, 1re partie, 5e édition. 1709. p. 110.

NOTES ADDITIONNELLES.

NOTE I.

Hypothèse antéhexamérique.

(Extrait des *Essais sur la littérature des Hébreux*, par M. J.-Ch. DE MONTBRON, t. Ier, *Introduction* (Paris, 1819.)

Les révolutions qui soulevèrent la terre nous semblent accidentelles, et c'est en vain que l'on cherche, dans l'ordre même de la nature, les causes de sa ruine. Si tout périt, tout se renouvelle. La nature, qui n'est à nos yeux qu'une pensée du Créateur, personnifiée dans la langue des hommes, la nature tend à la vie, et compte des années sans vieillir.

Après avoir vainement exploré les mers en poursuivant de fantastiques rivages, que la tradition, et la tradition de Moïse, soit notre ancre; la lassitude de l'erreur peut aussi ramener à la vérité. Notre globe venait de subir une révolution avant la seconde phrase de la *Genèse*. Que d'autres se jettent en de pompeuses déclamations pour voiler des subterfuges indignes d'une si noble cause; nous aborderons franchement la difficulté, en traduisant à la lettre les premières lignes du récit de Moïse, en leur donnant ensuite une interprétation qui n'ait rien de forcé.—Au commencement, dans le principe des choses, Dieu avait créé les cieux et la terre; mais alors la terre était subvertie...—Ce temps, *avait créé*, n'existe point dans l'hébreu, dont les verbes sont infiniment plus simples; mais si ce temps n'existe pas dans la langue des Hébreux à demi sauvages, il ne s'ensuit pas que cette nuance n'existât point implicitement dans la pensée de l'homme. Le même mot, placé diversement, et peut-être diversement prononcé, a pu désigner toutes les modifications du passé. Si, comme nous n'en doutons pas, Moïse a voulu parler dans sa première phrase d'une époque très-antérieure à celle dont il parle dans sa seconde phrase, il n'a pu s'exprimer différemment. Or, de deux interprétations également admissibles selon la syntaxe, nous devons adopter celle qui s'accorde avec la raison.

Quant à la deuxième phrase, le préfixe hébreu *ou*, que nous rendons ordinairement par *et*, sert de conjonction et d'adverbe dans la langue des Juifs : employé sans cesse et au commencement de toutes les phrases, il tient même lieu d'une grande quantité d'adverbes; car il y en a fort peu dans cet idiome. Il ne doit pas sembler extraordinaire de voir ce mot placé comme adverbe de temps, puisque toutes les fois qu'il se trouve devant un futur, il le change en passé, et prend alors l'épithète de *conversif*.

Les mots *tohou bohou*, incertains et mystérieux, expriment parfaitement une subversion. Il est choquant d'imaginer que l'être souverainement sage ait créé d'abord le chaos, qui n'est autre chose que le désordre. Comme tout se renouvelle sous nos yeux, et qu'on ne peut juger autrement que par analogie ce qu'on ne connaît pas, nous devons présumer que ces mondes se renouvellent comme tout le reste. Ces destructions, que d'autres attribuent à des causes fortuites, entrent sans doute dans les plans de la suprême sagesse. Il faut donc supposer qu'après une de ces effrayantes catastrophes, le monde était retombé sous l'empire des ténèbres. La vie venait de s'éteindre sur la terre. Le souffle de Dieu, l'air, s'étendait sur les eaux, qui allaient devenir fécondes. Nous remarquons ici que ce monde sorti des eaux n'est pas moins conforme aux traditions de tous les peuples qu'aux idées de la plus saine physique. Nous ferons observer encore que si l'homme eût été créé avant ces diverses révolutions par lesquelles se formèrent les pierres, les métaux et la terre végétale qui nourrit les plantes, et par conséquent les animaux, l'homme eût d'abord expiré de misère, en maudissant et son stérile séjour, et le caprice barbare qui lui avait donné l'être. Mais, a-t-on dit de nos jours, Dieu n'a point fait le monde pièce à pièce, comme un artisan qui construit une machine; il a créé la terre telle que nous la voyons, avec de vieilles forêts, des montagnes décrépites. Il aurait donc aussi placé, soit au sommet de ces montagnes, soit dans les profondeurs de cette terre, les innombrables débris qui composent une partie de sa masse, et il aurait placé çà et là les os parfaitement semblables d'animaux dont les uns n'existent plus sur notre terre, et dont les autres sont analogues à ceux que nous voyons; il aurait enfin établi, d'un seul jet, ces nombreuses couches qui, par mille faits et par mille circonstances, ne peuvent avoir été formées que successivement et sous les eaux. Des hommes étrangers à leur siècle disent que tout cela s'est opéré pendant le déluge. Ignorants nous-mêmes, nous répondrons à l'ignorance sans ce dédain pédantesque, sans cette ironie superbe des détracteurs de la *Genèse*, qui, parfois, ne sont pas non plus très-savants; car la ferme résolution de tout nier dispense de rien apprendre. On a dit, on a prouvé que l'état actuel de la terre attestait et différentes irruptions des eaux, et leur long séjour sur nos continents. D'ailleurs, l'inspection la plus superficielle démontrera que la terre contient mille fois plus de dépouilles qu'elle ne pouvait nourrir d'animaux à l'époque d'une catastrophe unique et passagère comme le déluge. Mais, sans nous arrêter plus longtemps à repousser les coups de ceux que nous servons, la suite développera mieux ce que nous venons d'avancer.

Nous avons déjà vu qu'il était impossible d'expliquer la disposition des couches de la terre sans le concours d'un liquide qui en ait tenu les matériaux en dissolution, et qui même, s'il en faut croire quelques physiciens, n'était peut-être pas l'eau telle qu'elle existe aujourd'hui. Elle pouvait, disent-ils, être imprégnée de quelque autre fluide qui lui communiquât à la fois la propriété de faire passer les corps organisés à l'état ou nous les voyons, et la propriété de les conserver. Mais puisque ces mêmes corps sont des coquillages à peu près semblables aux nôtres, et qui ne peuvent avoir vécu que dans l'eau, il faut bien qu'elle ait existé aussi telle à peu près que nous la voyons maintenant. Les différences qui existent, dans les espèces et plus rarement dans les genres, entre ces coquilles et les nôtres, ne sont pas assez tranchées pour faire supposer que l'élément où elles vivaient fût d'une autre nature. La seule conservation des grands quadrupèdes trouvés dans les attérissements des fleuves du nord de l'Asie prouverait que c'est l'eau qui les a déposés. Tout le monde sait que ces animaux avaient encore leur poil, et que leurs chairs étaient même assez fraîches pour que les chiens les aient dévorées.

Toute autre catastrophe qu'une inondation, aurait écrasé, dispersé ces éléphants et leurs débris.

L'opinion de tous les philosophes indiens est que l'eau fut l'élément primitif; et le nymphæa ou lotus était anciennement révéré en Egypte comme il l'est aujourd'hui dans l'Indoustan, le Thibet et le Népaul.

Holwel, dans l'explication de sa première planche, suppose que Bramah flotte au milieu de l'abîme sur une feuille de bétel; mais il est évident que c'est une feuille de lotus ou de figuier d'Inde mal dessinée. On retrouve les mêmes opinions à peu près chez les peuples de l'Amérique méridionale.

On ne peut compter avec précision combien de fois le monde a été détruit; mais il est évident que ces destructions ont toujours été opérées par les eaux.

Ces diverses catastrophes sont, je crois, portées au nombre de huit par Cuvier.

C'est une de moins que chez les anciens Perses. Dans le Caherman-Nameh, Simorg ou Simorganka, oiseau merveilleux que les Arabes appellent le *grand oiseau*, qui est fée, qui parle toute les langues, interrogé sur l'ancienneté du monde, répond qu'il l'a déjà vu sept fois peuplé de créatures, et sept fois dénué de toute espèce d'animaux. Il est vrai que l'histoire de cet oiseau religieux et philosophe se trouve dans un recueil de fables; mais quel livre des Orientaux n'est mêlé, n'est rempli de contes? Cet oiseau, type du phénix des Grecs et du roc des Mille et une Nuits, cet oiseau colossal vivait dans la montagne de Caf, imaginaire comme lui. Il est fort célèbre dans les anciens romans des Orientaux, et même dans leurs histoires : il donne quelques-unes de ses plumes au troisième roi de Perse (Tahamurahz) qui les met à son casque, et devient invincible.

A juger de ces révolutions par les vestiges qu'elles ont laissés, leurs intervalles, leurs effets, et peut-être aussi leurs causes, diffèrent essentiellement (987).

Les quadrupèdes terrestres vinrent après les amphibies; mais Cuvier pense « qu'il y a eu au moins une, et très-probablement deux successions dans la classe des quadrupèdes avant celle qui peuple aujourd'hui nos contrées » : il remarque aussi qu'il n'existe aucune gradation entre les espèces que nous voyons et les anciennes, qui en étaient si différentes. On peut tirer de là cette conclusion, qu'il a existé entre les unes et les autres une catastrophe d'abord, et, bien des siècles après, une création nouvelle. Mais toujours est-il singulier qu'après une destruction complète, la puissance créatrice, sans se répéter exactement, ait produit des animaux du même genre, et qui différaient seulement dans leurs espèces. Cela seul ne supposerait-il pas un plan, un premier dessein, toujours suivi à travers le torrent des siècles et les destructions qu'ils amenaient? Est-il possible de soutenir que des réunions fortuites de molécules aient pu s'opérer dans un ordre si admirable, qu'après les convulsions de la nature expirante et l'extinction de la vie sur notre globe, ces assemblages aient suivi une certaine marche, une certaine succession bien visible dans la chaîne qui lie les premiers êtres à ceux que nous voyons? Le grand naturaliste déjà cité s'étonne de voir des espèces différentes : n'est-il pas bien plus surprenant de revoir les mêmes genres? Cette objection contre le matérialisme a déjà été faite à l'égard de la régularité que nous voyons aujourd'hui dans les espèces. Mais enfin une plante, un animal, naissent d'une plante, d'un animal semblable. C'est un prodige bien plus grand, que de voir, après la destruction entière d'un monde et de la vie, un monde à peu près pareil sortir des ruines du précédent.

Les coquillages, les poissons, les quadrupèdes de la dernière couche sont tout-à-fait ou à peu près les mêmes que ceux existants aujourd'hui. Assistons avec Moïse à l'œuvre merveilleuse des six jours; car il ne faut plus entendre par ces jours des époques qui embrassent une longue suite de siècles : le texte de la *Genèse* est formel à cet égard. Moïse dit qu'il y eut *un matin* et puis *un soir* qui firent *un jour*. Comme les astres n'étaient point visibles encore, on pourrait dire cependant que ces temps, si longs pour l'homme, dont la vie est si courte, étaient les jours de la Divinité : cette Divinité existant seule, les âges, qui ne sont que ses instants, pouvaient être comptés dans cette proportion révélée à Moïse. L'expression même ne serait pas en défaut, puisque nous disons qu'il existe au pôle *un jour* de *six mois* avec une nuit égale, et que, dans la Bible, le mot *jour* est souvent pris pour des années entières et des espaces de temps plus longs encore.

Mais nous ne l'entendrons pas ainsi; et cette question nous a mis sur la voie de difficultés bien plus grandes, dont l'incrédulité s'est servie mille fois, comme d'armes irrésistibles, pour saper dans ses fondements l'édifice de Moïse. Nous présenterons l'objection de ces écrivains dans toute sa force. Comment, disent-ils, ose-t-on avancer que la lumière qui nous vient du soleil existait avant lui, et qu'avant la naissance de cet astre il y avait des jours, tandis que la Genèse elle-même nous dit plus bas que le soleil et la lune furent créés pour régler les jours et les nuits?

Puisque les cieux étaient créés, les astres l'étaient aussi. Nous ne croyons pas donner trop d'extension au mot qui signifie les cieux, en disant qu'il désigne en même temps les astres, comme le nom de prairie embrasse toutes les plantes dont une prairie se compose. On a vu quel sens nous avons donné au mot créer, mais il n'est pas dit ici que l'Eternel ait *créé* (988) la lumière. Dieu dit *que la lumière soit*, et la lumière fut (989). C'est comme si l'historien avait dit : qu'il fasse jour, et il fit jour; qu'il fasse clair, et il fit clair. La lumière existait auparavant, comme tous les autres éléments : mais dans l'état de confusion où la dernière catastrophe avait jeté le monde; dans le désordre du chaos enfin, la lumière devait être complétement obscurcie par l'épaisseur et l'opacité d'une atmosphère mêlée de parties aqueuses et terrestres. Quelle que fût en effet la cause de la submersion du monde, cette crise devait être d'une violence infiniment supérieure à toutes les forces naturelles qui nous sont connues.

On peut distinguer l'une de l'autre la clarté qui est un état de l'air plus ou moins transparent, et la lumière douée de plusieurs propriétés des corps. Jusques-là, l'on n'entendait par la lumière autre chose que la clarté. Mais cette distinction est importante ici. La clarté seule étant connue des hommes, Moïse, inspiré par le Très-Haut qui sait tout, mais Moïse devant être entendu de ces mêmes hommes, parle de la lumière comme étant la *clarté* (990), mais non l'*élément* que nous connaissons à peine, et si imparfaitement encore. La lumière était créée dès longtemps : *aor* ou *aur* est la clarté. Dieu dit que la clarté soit, et l'air se dégage à demi des noires vapeurs dont le reste dérobe encore à la terre l'aspect des astres. Cette terre n'est alors qu'un limon impur, et de même que ses parties solides ne sont pas tout-à-fait séparées des eaux inférieures, les eaux supérieures sont suspendues en l'air, sous la

(987) Voyez la belle introduction de l'ouvrage de Cuvier sur les grands animaux fossiles.

(988) L. *soit lumière, et lumière fut;* car on sait que l'hébreu n'a point d'articles, et que l'on ne dise pas que nous gâtons ici le mot le plus sublime de la Bible; car nous le traduisons comme on l'a toujours traduit, et l'impression qu'il produit ne sera sûrement pas affaiblie par notre commentaire.

(989) Moïse ne se sert point ici des mots *créer* et *faire* (*Bara, açah*) employés pour tous les corps de la nature.

(990) La *clarté* est la lumière manifestée, tandis que, dans les *ténèbres*, elle est interceptée.

forme de nuages épais, qui devaient s'élever bien au delà des limites de notre atmosphère (991), puisque l'eau vaporisée occupe 1,700 fois la place de son volume primitif. De plus, tous les principes des corps vivants qui allaient se former et s'animer à la parole du Seigneur, tous les gaz enfin, flottaient avec l'eau volatilisée. Parmi les densités progressives des corps solides et des fluides confondus, on n'aurait pu dire où commençait, où finissait un élément. A la voix du Créateur, les atomes les plus grossiers s'assemblent par les lois de l'affinité, s'abaissent par les lois de la pesanteur. On est loin de découvrir encore ni l'azur des cieux, ni le disque éclatant du soleil. Cette aurore de la nature fut une lueur sombre et mystérieuse. La lumière sans éclat, répand ses pâles clartés sur un monde sans habitants, sans couleur, sans forme. C'est le jour, mais livide et dénué de ces rayons d'or et de feu qui vont solenniser la renaissance de la nature, et la première apparition de l'homme. Dieu pouvait, sans doute, d'un seul mot substituer au chaos la terre telle que nous la voyons; mais sa puissance ne se déploie pas tout entière à tout instant; et Moïse nous raconte ses différents actes trop grands, trop merveilleux encore pour notre faible raison.

Cette clarté venait sans doute du soleil, puisque l'on dit qu'il y eut *un matin* et puis *un soir*. . . . .

. . . . . .

Ce n'est pas du tout pour répondre à des objections sans fondement, ni pour éclairer le berceau des êtres vivants, que nous avons supposé la création des astres bien antérieure à celle des habitants de la terre. Non, le texte même et la vraisemblance nous ont porté à cette supposition. Il nous aurait paru contraire à l'analogie que Dieu, après avoir passé un jour à créer les poissons, un jour à créer les plantes, n'employât que le reste d'une journée à la création de ce vaste univers dont la terre n'est qu'un atome. On nous dira peut-être que ce peu de place occupé par la terre et par l'homme, si petits dans l'immensité, n'est pas conforme à l'importance des hautes destinées de l'homme moral. Quand cesserons-nous de comparer le Tout-Puissant aux chefs de nos misérables empires, où les sujets sont d'autant plus oubliés qu'ils sont plus nombreux! Mais songez, ô chrétiens! que votre Dieu est infini dans son intelligence comme dans sa puissance! Il ordonne le renouvellement d'un monde, et *veille sur les petits de la colombe;* il règle la course des astres, et *recueille en son urne les larmes de l'opprimé*. La grandeur de l'univers rehausse donc beaucoup la grandeur de son souverain, sans ôter rien à la dignité de l'homme. Cette dignité ne se mesure point à l'espace que peuvent occuper les habitants de la terre. S'il en était autrement, la baleine, cette masse informe en son épaisse organisation, serait la plus noble de toutes les créatures; et les êtres intellectuels, ministres et messagers du Très-Haut, restes immortels des héros et des hommes vertueux, seraient placés au-dessous de l'insecte éphémère.

Et c'est au nom de nos connaissances incertaines que la veille a vu naître, que le lendemain verra s'évanouir devant des notions nouvelles, c'est à propos de la lumière qui nous est si profondément inconnue, que nous osons protester contre la plus ancienne, la plus pure, la plus vénérable des religions! Vos instruments ont-ils pu la saisir, la peser, la décomposer, cette lumière? Vous la voyez dans ses effets comme la Divinité; et comme la Divinité, vous ne pouvez guère la définir que dans ses qualités négatives.

S'il y eut, pour la première fois, *un soir* et *un matin*, ce n'est pas que la terre eût cessé de tourner sur elle-même; c'est, comme nous l'avons dit, que jusqu'alors les rayons solaires avaient été totalement interceptés par la quantité de molécules aqueuses ou terrestres qui se trouvaient accumulées dans l'atmosphère, si nous pouvons appeler ainsi les régions supérieures du chaos. A la parole de Dieu, la terre jouit à peu près de la même clarté qui brille dans notre zone tempérée lorsque le soleil est caché par les nuages, c'est-à-dire pendant les trois quarts de l'année. La nuit revint; car, au milieu de la marche des siècles, les jours avaient recommencé pour la terre.

Passons maintenant aux versets où l'on croit voir la création des astres. Dieu dit: « Soient de brillantes clartés dans l'espace des cieux pour séparer le jour et la nuit! » Le mot *méoroth*, qui vient d'*aur*, lumière, a, pour cette raison, été traduit par le mot *luminaires*, qui le rendrait assez bien, s'il ne manquait absolument de dignité. On doit à M. de La Prise une interprétation fort ingénieuse du mot hébreu, qui désignerait, selon lui, non pas les deux astres qui nous éclairent, mais leur atmosphère lumineuse. Sans rejeter précisément cette conjecture, nous persévérons dans notre avis, et nous disons simplement que Dieu dissipa les vapeurs qui dérobaient à la terre, pendant le jour, l'aspect du soleil, et, pendant la nuit, l'aspect de la lune. Il ne s'agissait donc ici que de simples apparences, comme les termes de *signes* et de *clarté* peuvent le faire présumer. Ils offriraient une désignation trop insuffisante de ces sphères immenses. La simplicité des moyens que nous proposons peut, il est vrai, répugner par cela même à certains esprits qui ne veulent pas être persuadés, mais confondus, brisés, anéantis par des faits incompréhensibles et des raisonnements obscurs. Nous croyons, disent-ils encore aujourd'hui, que Mahomet a mis la lune dans sa manche, et nous le croyons précisément parce que cela est impossible. Un pareil fait choque tellement le plus grossier bon sens, que jamais on ne l'eût avancé, si la certitude la plus authentique ne l'eût mis à l'abri de tous les doutes. En résumé, l'on met au rang des preuves d'une chose son impossibilité même. . . .

. . . . . .

. . . . . .

Sans nous jeter en d'abstraites définitions, comme il est une peinture pour les yeux, il en est une aussi pour l'oreille et pour l'esprit: c'est la poésie. Le langage est comme la palette du peintre; le poëte crée des tableaux avec des images et des sons. Je ne vois pas qu'aucun genre de poésie des Hébreux offre un rapport exact avec nos poëmes, si ce n'est avec l'ode ou la cantate. Le récit de Moïse renferme plusieurs morceaux poétiques, la création, par exemple, où le sublime semble résulter de la grandeur des objets et de la simplicité de l'expression. Assurément, cet exorde de la première histoire de la terre et des hommes, cet antique monument d'une inspiration divine, ne ressemble aux poëmes d'aucun peuple: un examen superficiel, et surtout la lecture des traductions pourraient faire juger ce morceau tout à fait dépourvu des formes poétiques. Si pourtant un choix d'expressions peu communes est un des caractères essentiels de la poésie, nul ouvrage n'en paraîtra plus fortement empreint. Moïse veut-il peindre le désordre du chaos, il se sert de mots éminemment pittoresques (992), et non moins extraordinaire que le sujet du tableau. Lorsque tout était confondu sur la terre, la nouveauté, l'indécision même de quelques termes, aide à représenter des objets inouïs; et ces termes, expliqués seulement par leur sombre harmonie, ressemblent à ces fantômes que l'obscurité fait paraître plus grands et plus terribles. En effet, les ténèbres s'étendaient sur la face de l'abîme; et le dernier

(991) Selon les uns, notre atmosphère s'étendrait à 15 lieues perpendiculaires, et selon d'autres à 15.

(992) *Tohou Bohou.*

mot, *téhôm* (993), n'est pas moins indéterminé que magnifique. Le vent, qui, par une grande et noble métaphore, est appelé le souffle de Dieu, le vent agitait ses ailes sur la face des eaux. On peut entendre aussi que l'esprit de Dieu *couvait* toute l'étendue des ondes; et de cette œuvre mystérieuse on s'attend à voir *éclore* la nature.

Lorsqu'ensuite l'auteur de l'univers créa la lumière avec deux paroles, la sépara des ténèbres, et nomma l'un et l'autre; lorsqu'il rassembla les eaux dans le bassin des mers, montra la terre au ciel, et d'un mot de plus la revêtant de sa première parure, répand au loin les prairies, les vergers (994) et les forêts, comme il avait répandu l'éther et la lumière; alors, disons-nous, Moïse semble avoir assisté à la création. Voici la terre belle d'une jeunesse immortelle, mais silencieuse et solitaire. Le Tout-Puissant veut qu'elle soit habitée; sa parole peuple les eaux, l'air et les campagnes, selon la sublime paraphrase de Milton :

Chaque instant donne au monde une race naissante,
Chaque sol est fécond, et chaque glèbe enfante.
. . . . . .
. . . . . .

Et lorsque toutes ces créatures s'agitent en essayant la vie, la bonté divine leur dit : Fructifiez, et multipliez vous! Le récit de tant de merveilles est accompagné de formules très-simples; après chaque ordre de l'Eternel, le narrateur dit qu'il en fut ainsi; et dès que le prodige est opéré, il ajoute ces paroles modestes : Dieu vit que cela était bien.

Mais ce séjour enchanteur attend un maître : Dieu crée l'homme physique avec la poussière, et l'homme moral avec son souffle. Il le crée à son image, bien oblitérée sans doute, lorsqu'après quelques jours d'innocence l'homme a passé tant de siècles dans le mal. Quoi de plus admirable que la honte qui naît de la science et du péché! En tout, on voit dominer dans le récit de Moïse cette fleur d'imagination orientale dont la sagesse la plus profonde n'a point dédaigné de se revêtir, comme un grave philosophe a recours à l'apologue pour enseigner un enfant. Car si c'est Dieu qui parle, il ne faut pas oublier que c'est à l'homme qu'il s'adresse. Ce jardin délicieux, arrosé par des fleuves limpides, ces deux arbres dont l'un donne la science et l'autre l'immortalité, ce serpent qui tente la belle Eve, toutes ces sublimes allégories conservent encore leur physionomie asiatique.

NOTE II.

Des fossiles et de leur signification.

On nous saura gré de reproduire ici un travail sur les fossiles, publié par M. l'abbé Poullet, chef d'institution à Senlis, enlevé bien jeune encore aux sciences et aux lettres qu'il cultivait avec un remarquable talent.

« Il y a des fossiles. C'est-à-dire, les entrailles de la terre recèlent les restes d'animaux et de plantes qui ont jadis vécu à sa surface ou dans le sein des mers qui la baignaient. Tandis que, dans le cours pacifique de la nature actuelle, la couche la plus superficielle de l'écorce du globe, cette mince pellicule que nous foulons aux pieds, que nous cultivons, présente à peine quelques débris des innombrables végétaux et animaux qui, chaque jour, lui abandonnent, en mourant, les dépouilles de leur organisation détruite; les couches mêmes les plus profondes et les plus dures, formées dans une antiquité indéfiniment reculée, sous l'influence des forces les plus énergiques, ont conservé ou l'empreinte, ou le moule, ou la substance même des êtres vivants qui peuplaient alors la terre, les airs et les eaux.

« Il y a des fossiles. On commença par ne les point voir ou ne les point remarquer. Ce n'est pas que l'industrie humaine ou les accidents du sol ne les aient bien souvent et de bonne heure amenés aux regards de l'homme; mais il y avait tant d'autres choses plus pressantes à voir, plus intéressantes à chercher que celle-là! Puis, quand on y fit attention, quand on se demanda : *Qu'est-ce que cela? D'où cela vient-il?* il se trouva des savants (995) qui répondirent : Cela n'est rien, rien qu'un jeu de la nature, un accident de cristallisation. D'autres inventèrent des explications plus absurdes encore (996). Quelques-uns, moins éloignés de la vérité et de la raison, virent bien que c'étaient des restes authentiques d'animaux et de plantes enveloppés dans les roches par une grande révolution physique; et comme ils savaient, d'après les livres sacrés, que la terre avait été bouleversée par un cataclysme universel, ils regardèrent naturellement les fossiles comme des effets et des monuments de cette célèbre catastrophe.

« La *paléontologie* en était à peu près là il y a 60 ans (car les idées plus justes et plus larges de Sténon et d'Arduino avaient eu peu d'influence sur leurs contemporains). On sait ce qu'elle est aujourd'hui. Les débris des générations éteintes, réunis en plus grand nombre, examinés avec plus de soin, se sont ranimés, pour ainsi dire, au flambeau de la science moderne; les lumières de la botanique et de la zoologie, reflétées sur ces antiques dépouilles, ont permis de discerner leur véritable nature, de les nommer, de leur marquer une place dans la série des êtres organisés. Interrogés par une ardente et savante curiosité, ces témoins, si longtemps muets, ont révélé la merveilleuse histoire des époques où ils vécurent. Le géognoste a trouvé dans les fossiles l'indice de l'âge relatif des roches qui les renferment. Le botaniste et le zoologiste, étonnés de rencontrer dans ces monuments du vieux monde des formes étrangères au monde actuel, ont modifié leurs classifications et agrandi le cercle de la science, pour faire une place à ces nouveaux venus. Le naturaliste philosophe a vu dans ces formes insolites la transition entre certaines dissemblances des organisations présentes, et a médité sur les causes profondes qui ont pu, dans le laps des siècles, altérer les types des êtres organisés. En un mot, la science des fossiles est devenue le complément indispensable de toutes les sciences naturelles; elle en a modifié les principes, agrandi le domaine, et a donné lieu aux conjectures les plus hardies sur les lois générales de la nature et l'histoire de la création.

« Ne s'est-on pas trop hâté dans quelques-unes de ces conclusions? N'a-t-on pas exagéré la véritable *signification* des fossiles? Cette question se représentera plus d'une fois dans cette thèse, où je me propose de résumer et de discuter les principes fondamentaux de la paléontologie appliquée. Je traiterai : 1° de la détermination des fossiles; 2° de leur valeur ou signification *géognostique*; 3° du degré de vraisemblance des conclusions *géogéniques* ou *physiologiques*, auxquelles ils ont donné lieu.

(993) L'abîme est personnifié dans Job et interrogé après la mer. Quelques interprètes pensent que c'est l'Océan : les Hébreux pouvaient bien prendre l'Océan pour un abîme.

(994) L'expression est toujours simple : L. des arbres à fruit produisant leur fruit.

(995) « Gessner et ses contemporains du XVI^e^ siècle. »

(996) « On peut voir quelques-unes de ces opinions dans la *Lithologie* de d'Argenville, p. 86 et suiv. »

ART. Ier. — *De la détermination des fossiles.*

« On conçoit aisément toute l'importance de cette question préliminaire : des fossiles non déterminés sont pour le géologue à peu près ce que sont pour l'historien des hiéroglyphes dont il n'a pas la clef, l'objet d'une vaine et stérile curiosité.

« Examinons donc avec soin ce premier élément du problème, et pour procéder avec ordre, suivons attentivement le paléontologiste dans les diverses parties de son travail.

« Et d'abord, est-il toujours sûr de ne point s'égarer dès le premier pas, en prenant pour un fossile une infiltration fortuite, une concrétion plus ou moins bizarre? Toujours, non. Presque toujours, oui; et cela suffit. La vie a des formes trop spéciales, trop vivement tranchées, pour que, dans l'immense majorité des cas, un œil tant soit peu exercé n'en distingue sûrement les productions. Qu'importe, en effet, que les personnes étrangères à l'étude de la nature aperçoivent une forme humaine, un oiseau, une plante, dans les vagues contours d'une pierre, dans les linéaments confus d'une infiltration minérale; ou que, par un excès contraire, les savants eux-mêmes (les savants de ces temps-là) aient pris pour des accidents purement physiques les restes les plus évidents d'êtres organisés? Invoquera-t-on, pour nier la lumière du jour, le souvenir des ténèbres qui l'ont précédée, ou l'ombre des lieux obscurs qu'elle n'a pu éclairer encore? Qu'importe même que les naturalistes de nos jours soient partagés sur la nature et l'origine des *arborisations* renfermées dans quelques agates (997), des *tubulures* qui traversent quelques roches, des formes *arrondies* ou *testacées* (998) que présentent les particules de certains calcaires ou autres substances minérales; qu'ils hésitent quelquefois, parmi les innombrables variations des silex de la craie, à dire s'ils ont sous les yeux un polypier nouveau ou un bizarre caillou?... Ce sont là des difficultés purement accidentelles, exceptionnelles; la bonne foi demande qu'on les cite, et qu'on en tienne compte dans l'occasion, mais elle se garde bien de les exagérer ou de s'en prévaloir pour essayer d'ébranler toute la science par un scepticisme effréné. Quelques nuages floconneux, errant dans l'immensité de l'air, empêchent-ils les rayons du soleil d'éclairer et de vivifier le globe?

« Ce premier pas fait, est-il aussi facile d'en faire un second, en déterminant auquel des deux règnes organiques appartient chacun des fossiles? Oui encore. Car les doutes qui peuvent s'élever sur ce point ne proviendraient que de l'état excessivement fragmentaire des débris organiques, ou des analogies singulières qui semblent lier l'une à l'autre, non pas les extrémités opposées, mais les limites inférieures des deux séries; cela revient à dire qu'il y a doute sur la nature animale ou végétale d'un fossile dans les cas seulement où les êtres vivants présenteraient la même difficulté. Jusqu'ici donc nous marchons d'un pas assez sûr vers la solution de notre important problème.

« Mais, dans chaque règne, peut-on pousser la détermination des fossiles jusqu'à la classe, à la famille, au genre, à l'espèce?

« Les fossiles animaux présentent à cet égard un incontestable avantage sur les végétaux, et cette différence tient à trois causes principales; la première est que les groupes zoologiques sont plus nettement tranchés que les divisions botaniques. En second lieu, la relation de chaque partie avec tout l'organisme étant beaucoup plus rigoureuse dans l'animal que dans la plante, permet plus aisément de reconstruire le tout avec une des parties. Et enfin, l'on ne peut dissimuler que la phytotomie est encore une science bien incomplète, surtout si on la compare à l'anatomie animale.

« Voyez en effet avec quelle facilité les dépouilles fossiles d'animaux se laissent rapporter tout d'abord à l'une des quatre ou cinq grandes divisions zoologiques. Des vertébrés, il ne peut guère rester que des os et des dents : or les vertébrés sont les seuls qui aient des os, et des dents de nature osseuse. Des mollusques, les couches terrestres n'auront pu conserver que l'enveloppe solide (999), et les mollusques sont les seuls qui aient des *coquilles :* car on peut à peine citer comme exception le test des *entomostracés* microscopiques, représentés à l'état fossile par le *cypris faba;* ou les tubes d'annélides (*serpula, spirorbis*), semblables aux coquilles tubuleuses des *dentales* (1000) et des *vermets*. Les animaux articulés ont des formes spéciales qui les feront toujours reconnaître, quand bien même ils n'auraient laissé dans la roche que l'empreinte de leur corps ou de faibles débris de leurs parties dures. Enfin, les formes non symétriques, rayonnées, rameuses, permettent ordinairement de restituer aux *radiaires* et aux *zoophytes* les débris qui appartiennent à cette dernière division du règne animal.

« Il y a pourtant toute une famille de fossiles aussi remarquables par la singularité de leurs formes que par leur présence dans les terrains les plus anciens, dont il est difficile d'assigner avec certitude le rang zoologique. Qu'est-ce que les *trilobites?* Sont-ce des mollusques analogues aux oscabrions, ou bien des crustacés, comme on l'admet plus généralement aujourd'hui? Et dans ce cas, de quelle famille de crustacés les rapprochera-t-on? L'examen de leurs nombreuses pétrifications n'a rien fourni d'absolument concluant sur cette question; et peut-être, si l'on retrouvait l'animal vivant, les mêmes dissentiments continueraient sur le point de la série où il doit être placé.

« Il est bon, du reste, de remarquer que cette sorte d'incertitude sur la classification d'un genre ou d'une famille de fossiles, n'a presque aucune conséquence pour la géologie, surtout quand il s'agit d'animaux invertébrés. Ce qui est vraiment important pour le géologue, c'est d'éviter la confusion des espèces ou des genres, et de savoir si les fossiles ont ou n'ont pas leurs analogues génériques ou spécifiques dans les êtres actuellement vivants; cela connu, il ne reste qu'une discussion purement zoologique, et quelquefois une dispute de mots. Ainsi, pour citer un autre exemple célèbre, la connaissance des terrains secondaires ne sera guère plus avancée quand on saura précisément à quoi s'en tenir sur la nature des innombrables bélemnites renfermées dans leurs couches. Cette observation a pour but, non point de déprécier des recherches si intéressantes à plusieurs égards, mais de prévenir les objections de quelques personnes toujours prêtes à faire valoir sans discernement, contre la solidité d'une science, les contradictions de ses défenseurs.

« Quand il s'agit au contraire, des dépouilles de vertébrés, on a besoin de connaître le plus exactement possible la classe, l'ordre, la famille et le genre. Constatons par une revue rapide le degré de certitude dont chacune de ces déterminations est susceptible.

« Les grandes classes entre lesquelles on distribue les vertébrés offrent à l'état vivant des caractères parfaitement tranchés; mais à l'état fossile, avec le squelette seul, et le plus souvent avec des fragments de squelette, avec un seul ossement, pourra-t-on

(997) « *Voyez* Ad. BRONGNIART, *Prodrome des vég. foss.*, p. 51. »

(998) « Par exemple, le *cinabre testacé* d'Ydria. »

(999) « Ou dans quelques cas, les *tests intérieurs*, dont les formes sont également caractéristiques. »

(1000) « On sait que les dentales ont été longtemps classés dans les annélides. »

toujours distinguer si ces débris ont appartenu à un mammifère, à un oiseau, un reptile ou un poisson? Oui, sans doute; et si pendant longtemps on a, sur la foi de Scheuchzer, vu et admiré un fossile humain, vénérable dépouille de l'*homo diluvii testis*, dans le squelette d'une salamandre; si l'on a très-souvent pris des ossements de reptiles pour des ossements d'oiseaux ou de poissons, ou de baleines, de singes, etc., c'est que pendant longtemps les savants eux-mêmes furent entièrement étrangers à l'ostéologie comparée. Mais depuis que Vicq-d'Azir a ouvert cette nouvelle route de la science, et que Cuvier, MM. Geoffroy-Saint-Hilaire, de Blainville, etc., l'ont parcourue avec tant de gloire, la détermination des ossements fossiles est devenue, je ne dirai pas aussi facile, mais aussi sûre que celle des coquillages. La forme, le nombre et les apophyses des vertèbres; leur mode d'articulation; la forme, les proportions relatives et les condyles des os des membres offrent généralement des caractères distincts d'une classe à l'autre. Que si l'on a à déterminer quelques ossements du crâne ou des mâchoires, les différences sont encore plus frappantes; car il faut toute la sagacité de la *philosophie anatomique* pour réduire à une seule formule le crâne d'un mammifère et celui d'un poisson, ou même d'un oiseau et d'un reptile.

« S'il s'agit des mammifères en particulier, le paléontologiste arrivera d'un pas sûr jusqu'à l'ordre et aux groupes inférieurs, en se laissant guider par deux principes : l'un, éminemment rationnel, qu'on appelle la loi du *balancement des organes;* l'autre est la *coexistence*, empiriquement reconnue, *de certaines formes* ou *de certains organes*. A l'aide du premier principe, la forme d'un os donnera celle du membre auquel il appartenait; la structure et la forme d'un membre indiqueront souvent par le raisonnement la structure et la forme du crâne, des mâchoires, de la colonne vertébrale, de tout l'animal. En vertu du second principe, on rapportera sans hésiter aux *ruminants* un fragment de crâne où l'on aperçoit l'indice des *cornes*, et un *tibia* dont l'extrémité inférieure dénote l'insertion d'un péroné très-court et très-étroit. Il est inutile de montrer plus au long comment l'étude approfondie des mammifères vivants et la comparaison de leur squelette avec les ossements fossiles conduiront aux déterminations les plus précises et les plus sûres : il suffit de rappeler que, parmi tant de formes anciennes reconstruites par le génie de Cuvier, la critique la plus savante a signalé à peine quelques incertitudes; les dents de Dugong, attribuées par lui à une espece d'hippopotame, sont même le seul exemple que je connaisse d'une erreur positivement constatée.

« Dans la classe des oiseaux, l'application des principes ci-dessus énoncés devient plus difficile et plus douteuse. Le développement de la fourchette et du sternum, la longueur relative des os des jambes, la forme du bec (s'il a été conservé), accuseront bien quelquefois encore les restes d'un oiseau de proie ou d'un échassier. Mais dans le plus grand nombre des cas, la détermination n'est possible qu'après les comparaisons les plus minutieuses. Le squelette des oiseaux est remarquable par l'uniformité générale de son plan; et ses différences dans les divers ordres, familles et genres, sont des nuances qui exigent, pour être discernées, une grande attention et une science approfondie. Beaucoup de restes fossiles d'oiseaux restent encore confondus sous la dénomination vague d'*ornitholites*.

« Les différences entre les groupes des reptiles sont si tranchées et si constantes, que quelques-uns de ces ordres pourraient être élevés au rang de classes (1001). Quoi de plus distinct, par exemple, que le squelette d'un chélonien? La soudure des côtes et des vertèbres, l'articulation de la mâchoire inférieure, seule partie mobile des os de la tête, feront le plus souvent reconnaître un fossile de cet ordre, tandis que les variations de la carapace et des os des membres indiqueront le genre, et même le sous-genre auquel il appartenait. Chez les sauriens, le squelette reprend sa forme normale; mais les cavités ou l'aplatissement des faces articulaires dans les vertèbres, le développement et la forme de leurs apophyses, et surtout les variations notables du crâne, des mâchoires et des membres, seront les indices sûrs de la famille et du genre auquel on devra rapporter les fossiles. Aussi quelque bizarres, quelque effrayantes, pour ainsi dire, que soient certaines formes de reptiles recomposées par les zoologistes, nul n'a élevé de doutes sur la justesse de ces déterminations. On n'a pu se refuser à donner place, dans la série animale, aux ichthyosaures, plésiosaures, ptérodactyles, et à tant d'autres monstrueux reptiles qui paraissent réaliser les rêveries des antiques traditions.

« Je ne parlerai que des *serpents*, excessivement rares à l'état fossile. On connaît aussi très-peu de *batraciens*. La grande salamandre d'Œningen est un exemple célèbre, mais presque isolé. Il est inutile d'indiquer ici à quels caractères on a reconnu sa véritable nature : le nom de Cuvier est une garantie suffisante de cette importante détermination.

« La dernière classe des *vertébrés*, celle des *poissons*, n'est pas la moins intéressante par le nombre, l'antiquité et la singularité de ses fossiles. Le géologue ne rencontre guère en fossiles de cette classe que divers fragments de l'appareil maxillaire, et plus souvent encore l'empreinte de leur corps avec de nombreuses écailles. Celles-ci, étudiées avec beaucoup de soin, ont fourni aux ichthyologistes modernes des caractères plus importants qu'on ne l'aurait soupçonné : il y a néanmoins quelques cas où l'on peut les confondre avec celle des crocodiles. Les variations de l'appareil dentaire sont la base de plusieurs grandes divisions établies par l'illustre Agassiz, et plus sûres peut-être que celles qui sont déduites de la forme générale du corps et de la disposition des nageoires. Du moins, les nombreuses erreurs que ce savant a signalées dans les déterminations de poissons fossiles faites par d'autres naturalistes, montrent la difficulté du sujet, et obligent à recevoir avec beaucoup de réserve les listes d'ichthyolithes publiées pour certains terrains.

« Les poissons donnent lieu à une autre question d'un grave intérêt pour la géologie : peut-on distinguer sûrement ceux qui ont vécu dans des eaux douces de ceux qui ont habité la mer? On sait que cette différence d'habitation n'entraîne aucune différence notable dans l'organisation. Plusieurs espèces des genres *salmo* et *clupea* vivent presque indifféremment dans l'eau douce ou l'eau salée. On est parvenu, par des essais gradués, à naturaliser dans les eaux douces quelques poissons marins : ce que l'industrie humaine a obtenu, des circonstances physiques n'ont-elles pu l'opérer dans le laps des siècles? D'ailleurs, les espèces fossiles ne sont presque jamais identiques avec les espèces vivantes : or, l'analogie générique ne fournit sur l'habitation de chaque espèce que des conjectures souvent très-vraisemblables, mais non d'une certitude absolue. M. Agassiz nous apprend, du reste, qu'en descendant dans la série géognostique, les caractères des poissons marins et des poissons fluviatiles deviennent de moins en moins tranchés, circonstance dont la théorie géogénique rend compte d'une manière satisfaisante.

« Je dirai peu de chose sur la détermination des fossiles invertébrés. — Les mollusques vivants ont été distribués en classes... et genres, d'après l'orga-

(1001) « M. de Blainville a séparé les reptiles nus de ceux qui sont écailleux, et en a fait la classe des *amphibiens*. »

nisation des animaux; mais la forme du corps ayant une relation constante, soit rationnelle, soit purement empirique, avec celle de l'enveloppe solide, les coquilles sont ordinairement faciles à classer, *quand elles sont entièrement visibles*. Ainsi, les coquilles polythalames seront rapportées à des mollusques céphalopodes; les ammonites, les orthocératites, les bélemnites, ne peuvent, selon les analogies les mieux fondées, avoir appartenu qu'à des animaux de cette classe, quoique notablement différents de ceux qui vivent dans nos mers. On déterminera plus aisément encore, par comparaison avec les coquillages actuellement connus, les tests univalves et bivalves, si nombreux à l'état fossile. Seulement, on devra s'abstenir de prononcer quand on ne pourra pas observer l'ouverture des coquilles spirales et la charnière des bivalves; *or, ce cas est malheureusement très-fréquent dans les terrains de transition, et même dans plusieurs parties des terrains secondaires* (1002), par exemple dans les chaînes alpines.

« En ce qui concerne la différence des mollusques d'eau douce et des mollusques marins, les observations faites plus haut sur les poissons s'appliquent ici avec plus de justesse encore. On sait que les paludines, les lymnées, les mélanies, les cyclades, genres essentiellement fluviatiles, s'accommodent aisément d'eaux saumâtres; que le genre marin des *mytilus* présente pourtant une espèce fluviatile (*la moule du Danube*); et, en l'absence des animaux, on doit craindre de confondre quelquefois des cyrènes et des cyclades avec des vénus et des lucines; des ampullaires avec des natices, des potamides avec des cérithes. Mais, je le répète, ces doutes ne devront être invoqués que dans quelques cas exceptionnels, où des circonstances singulières et contradictoires provoquent un examen plus approfondi.

« Les débris des crustacés seront ordinairement plus faciles à classer que les débris d'insectes, parce que la forme des différents organes varie davantage d'un genre à l'autre; aussi n'a-t-on pu jusqu'ici déterminer avec certitude qu'un petit nombre d'insectes, quoique leurs dépouilles soient communes dans quelques terrains. Ceux que renferme le succin sont les plus faciles à classer.

« Enfin, les radiaires et les zoophytes présentent dans leurs divers groupes des formes aussi distinctes entre elles qu'éloignées de celles des animaux supérieurs. La difficulté qu'on éprouve quelquefois à les reconnaître à l'état fossile ne provient que de la petitesse des débris épars dans la roche.

« En résumé, les restes fossiles des mammifères, des reptiles, des mollusques, des crustacés et des zoophytes, sont ceux dont on peut admettre avec plus de confiance les déterminations; celles des oiseaux, des poissons et des insectes offrent, dans l'état actuel de la science, de plus nombreuses et de plus graves incertitudes, à côté de résultats déjà sûrs et importants.

« Plusieurs des considérations précédentes s'appliquent évidemment à la détermination des *espèces*; il est cependant nécessaire d'ajouter quelques développements sur ce point particulier de la question que j'examine. Quand on se rappelle que la distinction spécifique des animaux vivants est tirée le plus souvent ou de modifications superficielles du tégument qui sont effacées dans les fossiles, ou des dimensions relatives de quelques parties qu'on trouve rarement réunies dans les fossiles, ou même de dimensions absolues qui, variant avec l'âge et le sexe, ne servent de caractère à l'état vivant que par les limites mêmes de ces variations, difficiles à suivre dans les fossiles; quand on songe encore combien il est délicat de tracer une ligne de démarcation entre les différences produites par l'influence du climat, de la nourriture ou d'autres circonstances accidentelles, et celles qu'on suppose inhérentes au type primitif et spécifique de tout être créé; on ne peut s'empêcher d'éprouver d'abord quelque défiance en entendant les géologues annoncer que telles espèces fossiles se retrouvent identiquement dans les terrains de la France, de l'Angleterre, de l'Amérique, etc.; que les terrains tertiaires renferment tel nombre de coquilles spécifiquement identiques avec celles qui se trouvent dans nos mers ou nos rivières..., ou enfin proclamer tout autre résultat qui suppose des principes sûrs pour reconnaître, même à l'état fossile, l'identité et la distinction des espèces.

« Ce doute, qui a été soulevé plus d'une fois, aurait une fâcheuse influence sur la géognosie, et plus encore sur les théories géogéniques. Cependant, il doit être réduit à de justes bornes. Supposons que l'on trouve mêlés dans une même couche un nombre suffisant de fossiles qui présentent évidemment une ressemblance générique, et, en même temps, des différences sensibles, constantes, et non pas graduées par ces transitions insensibles qui dénotent de simples variétés; l'analogie nous force à reconnaître là plusieurs espèces bien caractérisées. Si maintenant nous retrouvons une de ces formes dans une couche placée à une grande distance horizontale de la première, nous continuerons à l'admettre comme espèce distincte, nous lui conserverons le nom de son analogue déjà décrite. Les ammonites, les cérithes, les térébratules, et beaucoup d'autres genres riches en espèces, fourniraient des applications nombreuses de ce procédé.

« Lors même que les formes congénères qui semblent présenter des différences spécifiques ne sont observées qu'à de grandes distances horizontales, il ne faut pas trop abuser des conjectures sur l'influence *possible* des climats; il faut considérer si les différences sont graves ou légères: si les êtres actuellement vivants fournissent quelques exemples de cette sorte de modifications par le seul effet des circonstances extérieures: si, surtout, le genre dont il s'agit est sujet à ces variations. Ces considérations, et plus encore une sorte d'instinct que donne l'habitude de voir et de juger les phénomènes naturels permettront très-souvent d'affirmer la distinction des espèces. Mais souvent aussi le naturaliste consciencieux suspendra son jugement; des échantillons incomplets, rares, observés en des pays éloignés l'un de l'autre, ne présentant d'ailleurs que des différences légères, quoique sensibles, ne lui suffiront pas pour créer arbitrairement des espèces nouvelles, ou pour se prononcer sur la non-identité avec les êtres actuels.

« Quant aux espèces congénères qui se trouvent dans des formations d'âge différent, elles donnent lieu à une autre question d'un grand intérêt, *sur les altérations que les révolutions géologiques ont pu produire dans les êtres organisés*; mais je me réserve d'en dire quelques mots à la fin de cette thèse, en discutant les théories générales basées sur les fossiles.

« Il me reste à parler, pour compléter ce premier article, de la détermination des fossiles végétaux.

« Ici les doutes surgissent plus nombreux et plus graves. J'en ai plus haut indiqué les causes. Voici les objets principaux sur lesquels portent ces fâcheuses incertitudes:

« 1° Le mauvais état de conservation des échantillons fossiles peut souvent induire en erreur sur la distinction des espèces; tantôt on est exposé à créer des espèces et même des genres pour les diverses parties d'un même végétal qu'on n'a point trouvées

(1002) « Je suis dans cette thèse les anciennes dénominations géologiques, quoique généralement reconnues comme fausses et insuffisantes, parce qu'aucune des nomenclatures récentes ne paraît encore assez unanimement admise. »

réunies ; tantôt on est obligé de laisser sous une même dénomination des empreintes qui se ressemblent en effet, mais peuvent provenir de végétaux très différents.

« 2° L'établissement des genres ne peut souvent se faire que d'après des règles de convention, parce que les organes de la fructification sont très-rarement, à l'état fossile, joints aux impressions de tiges et de feuilles.

« 3° La classification des genres les plus remarquables et les plus certains suscite également les doutes les plus sérieux. La place que doivent occuper, dans la série végétale, les calamites, les voltzia, les stigmaria, les sphenophyllum, etc., n'a pu encore être parfaitement établie par les recherches approfondies de M. Ad. Brongniart, de Sternberg, de Schlotheim, et des autres savants botanistes qui ont tenté d'explorer cette mine nouvelle.

« Pourtant les investigations de ces naturalistes ont eu déjà de beaux et utiles résultats ; elles ont démontré l'existence, dans l'ancien monde, de formes aussi étrangères à la végétation actuelle, que le sont les trilobites, les ammonites et les ptérodactyles aux créations animales de notre époque. L'abondance de certains groupes végétaux dans quelques terrains, et surtout l'absence d'un grand nombre d'autres, ont confirmé les résultats généraux obtenus par l'étude des animaux fossiles.

« Il est temps de passer à la discussion de ces résultats eux-mêmes, en examinant la véritable valeur des fossiles.

ART. II. — *De la signification géognostique des fossiles.*

« La géognosie est cette partie toute positive de la géologie, qui a pour objet de décrire les divers terrains dont se compose la croûte solide du globe, et de déterminer leur ordre de superposition, sans prétendre en expliquer l'origine. Mais, avec cette restriction même, la géognosie est encore une des sciences les plus vastes et les plus difficiles.

« Si ce qu'on appelle l'écorce de la terre était composée, comme celle d'un arbre, de couches concentriques et continues, la tâche du géognoste se bornerait à compter, décrire, caractériser les diverses parties accessibles à ses observations, et à signaler les points de cette formation qui témoignent d'un changement notable dans l'état physique du globe, comme le phytotomiste admet deux ou trois systèmes principaux dans l'ensemble des couches qui forment le tégument d'un arbre. Mais telle n'est pas la structure du globe, ni telle la part laissée à la géognosie dans la vaste science de la nature. La terre ne présente, au premier coup d'œil, qu'un amas de ruines, que l'apparence du chaos. Soit que, dès l'origine, la surface terrestre ait été comme découpée par de hautes chaînes de montagnes ou de profonds abîmes, en plusieurs bassins où les phénomènes géologiques se sont accomplis d'une manière indépendante ; soit que des révolutions postérieures aient dérangé l'ordre primitif des formations, en soulevant jusque dans la région des nuages les couches ensevelies dans les profondeurs de la terre, en balayant de la surface du globe des terrains entiers dont les débris allaient recouvrir des couches plus récentes ; soit enfin que ces deux causes ensemble aient contribué à produire les notables variations qu'on remarque dans leur structure géologique de chaque contrée : le géognoste ne peut découvrir, sans beaucoup de travail, les rapports mutuels des terrains qu'il observe. Lors même qu'on adopte le plus largement le principe nouveau des *régions géologiques* et des *formations équivalentes*, lorsqu'on a renoncé à l'idée chimérique d'une série linéaire où se placerait successivement chacun des dépôts connus sur le globe entier, pour ne plus chercher que les lois générales qui lient entre elles toutes les grandes formations, on se trouve encore fréquemment embarrassé pour prononcer sur la nature d'un terrain, sur le gisement relatif de quelques dépôts observés à une certaine distance horizontale les uns des autres, sur l'identité, le parallélisme ou la différence géognostique de formations importantes.

« Quelle lumière les fossiles peuvent-ils jeter sur ce chaos ténébreux ? Voici les principes d'après lesquels la plupart des géologues paraissent se guider dans leurs travaux :

« 1° L'absence complète des fossiles indique une formation antérieure à l'apparition de la vie organique sur le globe, ou le produit d'une action volcanique. La présence des fossiles démontre une origine *neptunienne*, et une date relativement moins ancienne.

« 2° Parmi les formations sédimentaires, la nature des fossiles fera reconnaître les dépôts *marins*, *fluviatiles* ou *lacustres*.

« 3° Dans les couches fossilifères, la présence ou l'absence de certaines *classes de fossiles* permet de tracer de nouvelles divisions chronologiques. Les terrains intermédiaires seraient caractérisés par l'absence des vertébrés ; les terrains secondaires n'offriraient, de cette partie du règne animal, que des poissons et des reptiles, tandis que les mammifères, avec les végétaux dicotylédones, se montreraient seulement dans les terrains tertiaires.

« 4° La progression des fossiles, selon l'ordre des formations géologiques, paraîtrait du moins consister en ce que ces débris des antiques créations offrent d'autant moins d'analogie avec la création actuelle, qu'ils appartiennent à des terrains plus anciennement formés ; de sorte que, dans le sol tertiaire, par exemple, on reconnaîtrait l'âge relatif des divers dépôts qui lui appartiennent d'après l'analogie plus ou moins grande de leurs fossiles avec les êtres organisés de notre époque.

« 5° Abstraction faite de toute idée de progression, on admet que chaque formation individuelle est caractérisée par des fossiles particuliers ; et ces fossiles caractéristiques servent à reconnaître, même à de grandes distances, et sous un aspect différent, des formations identiques.

« Dans les discussions qui se renouvellent de temps en temps sur la valeur géognostique des fossiles, il me semble important de distinguer avec soin ces cinq principes, qui n'ont pas tous le même degré de certitude.

« La première assertion est d'une application beaucoup plus sûre en ce qu'elle a de positif que dans sa partie négative. La présence des fossiles suppose nécessairement l'existence des êtres organisés au moment où la roche qui les renferme s'est solidifiée ; mais l'absence des fossiles n'a pas une liaison si nécessaire avec l'absence de la vie. On rencontre souvent, au milieu même de terrains riches en débris organiques, des couches puissantes entièrement dépourvues de ces précieux vestiges. Cependant, lorsque des formations aussi étendues, par exemple, que celle du granite, longtemps explorées en des pays divers, n'ont jamais présenté de traces d'êtres vivants, cette circonstance, jointe à leur structure essentiellement cristalline et à leur gisement habituel, porte comme invinciblement à leur assigner pour date l'origine même des périodes géologiques. Pourquoi faut-il que des roches entièrement analogues à celles qu'on avait longtemps appelées *primitives* se soient enfin trouvées superposées à des couches fossilifères ? Découragés par les inextricables difficultés que présente la classification des terrains *primitifs et intermédiaires*, et voyant se briser entre leurs mains le fil qui semblait devoir les guider dans cet obscur labyrinthe, la plupart des géologues ont renoncé à toute idée d'origine et de date dans l'étude du sol ancien. Quant aux produits d'*éruptions* volcaniques, leurs caractères physiques

suffisent pour les signaler au géologue, sans qu'il y ait besoin de s'assurer par de longues recherches de l'absence des fossiles (1003). J'en dis autant des terrains *de transport :* les fragments de roches diverses, roulés, usés, confusément agglutinés, trahiront la force violente, turbulente, soudaine, qui amoncela ces débris; l'aspect des fossiles ne fournira qu'une utile confirmation de ces frappants indices.

« Les fossiles deviennent au contraire des caractères de première valeur dans la distinction des sédiments marins d'avec les formations fluviatiles ou lacustres. C'est là même un des résultats les plus remarquables des progrès de la paléontologie, d'avoir établi l'existence de nombreux dépôts qui se sont opérés au milieu des eaux douces, ou du moins sous l'influence de ces eaux, et dans le voisinage des continents ou des îles. Il est vrai que le peu de puissance et d'étendue de ces dépôts, comparativement aux dépôts marins, l'alternance fréquente et quelquefois le mélange dans un même strate des fossiles d'habitation diverse, ne permet guère de les considérer comme des formations indépendantes (1004). Si l'on en excepte peut-être les immenses dépôts de houilles, les autres terrains appelés d'*eau douce* ne paraissent être que le résultat de phénomènes locaux, des accidents dont l'observation de la nature actuelle nous fournit plusieurs explications satisfaisantes. Mais, je le répète, ces accidents méritent toute l'attention des géologues; et comme les fossiles sont les seuls indices de ce genre de dépôts, on ne saurait apporter trop de soin pour en déterminer les genres et les espèces, les comparer avec les espèces et les genres aujourd'hui vivants, et apprécier la valeur des doutes qui pourraient résulter, sur le véritable séjour de ces fossiles, des considérations exposées dans le précédent article.

« Avant de passer à l'examen des troisième et quatrième principes formulés plus haut, je dois faire une observation qui s'applique également à l'un et à l'autre. Lorsqu'on proclame la présence ou l'absence de certaines classes de fossiles, ou le degré d'analogie de ces fossiles avec la création actuelle, comme de sûrs indices de l'âge relatif des terrains, énonce-t-on l'expression résumée de faits observés et constatés indépendamment de tout système préconçu? ou bien sont-ce là des caractères assignés *a priori*, antérieurement aux observations, pour guider le géologue dans ses observations mêmes? Dans ce dernier cas, on sent combien ces prétendues lois auraient peu de valeur. Car l'hypothèse de l'apparition successive, et à de longs intervalles, de certaines classes d'animaux ou de plantes, ainsi que la tendance progressive de ces créations vers l'ordre de choses actuel, ces hypothèses, dis-je, considérées en elles-mêmes et avant les faits, ne sont qu'ingénieuses, singulières, piquantes pour la curiosité de l'esprit, mais nullement propres à servir de base à une science aussi positive que la géognosie.

« Il faut donc qu'en faisant abstraction des fossiles on ait pu déterminer l'âge relatif d'un nombre suffisant de formations observées sur divers points du globe; et que, dans ces formations ainsi classées chronologiquement, on ait reconnu les lois que nous discutons. Alors l'analogie permettrait de les appliquer à la classification des terrains douteux, ou découvert postérieurement à l'établissement de ces lois.

« Cependant Cuvier a dit (et puisqu'un si grand homme l'a dit, beaucoup ont dû le répéter et le croire) : *S'il n'y avait que des terrains sans fossiles, il serait impossible de prouver que tous les terrains n'ont pas été formés en même temps.* On ne pourrait donc, avant d'étudier les fossiles, admettre des formations plus anciennes que d'autres. Mais s'il en est ainsi, comment démontrera-t-on les lois sur la progression des fossiles? Est-ce que la géognosie ne serait fondée que sur une pétition de principe ou un cercle vicieux? Est-ce qu'en cherchant à se rendre compte des principes fondamentaux de cette science, on arriverait à ce singulier raisonnement : Les lois sur la distribution des fossiles se démontrent par la comparaison de ceux que renferment plusieurs terrains de différentes époques; et l'époque relative de la formation des terrains se démontre par la comparaison de leurs fossiles?

« Mais ne nous prévalons pas, pour ébranler la science, d'un nom qui est une de ses plus brillantes illustrations. Quand on songe à tout ce que fut Cuvier, on peut dire, sans porter atteinte à sa gloire, qu'il ne fut point géologue, quoiqu'il ait rendu à la géologie d'éminents services. Préoccupé qu'il était de l'admirable résultat de ses recherches zoologiques, il lui est bien permis de n'avoir pas apprécié les ressources que la géognosie sait trouver dans l'observation du gisement des terrains, de leur stratification, de la continuité des couches et de leur puissance relative, de la structure intime des roches, des minéraux qu'elles renferment, et de plusieurs autres caractères purement géognostiques à l'aide desquels ont été établies toutes les grandes divisions de la croûte du globe. Werner avait peu étudié les fossiles, et ne se dirigeait pas sans doute d'après les principes que j'examine : en a-t-il vu moins clairement, et moins positivement établi les rapports des grandes formations de l'Allemagne? Plus on voudra exagérer la valeur exclusive des fossiles en géognosie, plus on la rendra hypothétique, puisqu'on récusera par avance le contrôle de l'observation.

« Admettant donc qu'on a pu classer beaucoup de terrains sans recourir à la comparaison de leurs fossiles, voyons si les débris organiques qu'ils renferment justifient suffisamment les lois de progression ci-dessus formulées.

« Selon moi, la première est moins solidement établie que la seconde; c'est-à-dire que la comparaison des fossiles observés de bas en haut dans la série des formations, nous montre en effet les êtres organisés se rapprochant de plus en plus de ceux qui vivent sous nos yeux, mais ne nous montre pas bien clairement l'apparition successive des classes les plus parfaites, depuis le polypier jusqu'à l'homme. La première loi peut se vérifier *sur toutes les formations.* Si un forement, une exploitation de mines, ou toute autre circonstance, laisse voir ici la craie sous le calcaire grossier, là des couches jurassiques sous la craie, ailleurs la houille sous un calcaire secondaire, etc., toujours les fossiles des couches inférieures auront moins d'analogues, soit spécifiques, soit génériques, dans les êtres vivants à la surface du globe, que ceux des couches supérieures. — En second lieu, la loi de progression, telle que je l'entends ici, se vérifie *dans toutes les classes de fossiles* : elle est évidente dans les reptiles et les mammifères : la grande majorité des ossements de reptiles trouvés dans les couches inférieures à la craie appartenant à des genres éteints, tandis qu'à partir de la craie on ne trouve plus que des crocodiles et des tortues. Le bassin de Paris renferme des paléothérium, anoplothérium, lophiodons, et autres genres de mammifères aujourd'hui inconnus, qui ne se montrent plus, ou sont beaucoup plus rares dans les alluvions anciennes. M. Agassiz a également vu les formes des poissons fossiles s'écarter d'autant plus de l'organisation des poissons ac-

(1003) « Les laves peuvent d'ailleurs empâter quelquefois des débris d'êtres organisés. »

(1004) « Voyez les recherches de M. Constant Prévost sur ce point (*Mémoires de la Société d'Histoire naturelle*, t. IV.) »

tuels, qu'on s'enfonçait davantage dans la croûte solide du globe, et il est probable que les oiseaux offriraient la même progression, si leurs débris fossiles étaient plus communs et plus faciles à déterminer. Quant aux invertébrés, il est vrai que leurs représentants fossiles présentent beaucoup plus tôt que ceux des vertébrés des analogies de genre et d'espèces avec les animaux vivants; mais comme il ne s'agit ici que de l'augmentation progressive de ces analogies, on ne peut méconnaître dans les polypiers et les mollusques la disparition successive de beaucoup de genres étrangers au mode actuel et l'apparition d'espèces qui ont leurs analogues vivants, à mesure qu'on s'élève vers les formations plus récentes. — Je ferai remarquer, en troisième lieu, que cette loi n'est établie que sur *l'ensemble des fossiles*, sur la majorité des genres et des espèces; on ne prétend pas fixer précisément à quelle hauteur, dans la succession des terrains, commenceront à se montrer des genres analogues, et à quelle distance au-dessus se montreront des espèces identiques avec les êtres vivants. Quand on avance, par exemple, que les terrains secondaires ne renferment aucune *espèce* fossile qui ait son analogue vivant, on a à discuter les objections tirées du *cancer leachii* des grès verts alpins; du *spatangus arcuarius* de la craie, vivant sur les côtes de la Guinée, etc., etc. En voulant trop préciser les formules (qui n'en deviennent pas du reste plus commodes dans l'application), on s'expose à les voir modifiées chaque jour par des découvertes imprévues.

« Cette réflexion s'applique à plus forte raison à la loi qui voudrait déterminer, même sous un point de vue purement géognostique, l'époque précise de l'apparition des vertébrés en général, des reptiles, des mammifères... Déjà l'on a signalé des poissons, et même des tortues, dans les grauwackes et les schistes de transition, et dans le *vieux grès rouge*, en compagnie avec les trilobites; trois espèces de *marsupiaux* trouvées dans les terrains jurassiques de l'Angleterre, obligent à reculer la date longtemps assignée à l'apparition des mammifères. Pour nier l'existence des dicotylédones dans la période secondaire, il faut placer les conifères bien au dessous de cette classe de végétaux, à côté des fougères et des cycadées, et tenir encore pour certain qu'on ne s'est point trompé en rapportant aux conifères des troncs fossiles tout-à-fait semblables à ceux des arbres dicotylédones. Or l'autorité que peuvent donner une science étendue et les observations les plus minutieuses rassure à peine le géologue contre la crainte d'erreurs si faciles en de telles recherches, il n'ose admettre des lois contredites par des faits authentiques, assez nombreux déjà, surtout pour les végétaux, et que demain un heureux coup de marteau (j'appelle heureux tout ce qui contribue aux progrès de la vérité) viendra grossir par de nouveaux exemples. Ces systèmes prématurés arrêtent la marche de la science. Sur la foi d'un fossile, et pour l'honneur de leurs thèses, les partisans trop exclusifs de la paléontologie pourraient se roidir contre les indications géognostiques, et faire monter ou descendre à volonté, dans le cours des siècles, des terrains dont l'âge véritable serait établi sur les analogies de gisement les plus satisfaisantes. Ne seraient-ce pas ces idées préconçues qui auraient donné lieu à tant de discussions sur le fait des *fossiles humains?* Les efforts qu'ont faits des esprits ingénieux pour ôter le caractère d'*alluvions anciennes* aux couches qui ont présenté des ossements humains, et pour substituer des causes et des dates historiques a des causes et des dates géologiques, n'auraient-ils pas été inspirés et dirigés par l'opinion adoptée d'avance que *les alluvions anciennes ne renferment pas de fossiles humains?*

« Avec la même bonne foi que j'énonce mes doutes sur la valeur de cette loi, j'ajouterai : Il faut tenir compte pourtant des faits observés. Et certes, si, en explorant une contrée nouvelle, je rencontrais dans une roche une dent de mammifère et une impression foliacée de dicotylédone, ou même un certain nombre de coquilles de l'ordre des *pectinibranches*, je me dirais tout d'abord, *voilà un terrain tertiaire;* comme, à la vue d'un tribolite, ma pensée, traversant rapidement toutes les formations secondaires, descendrait jusqu'aux premières couches fossilifères. Et néanmoins, si l'observation d'un grand nombre d'autres fossiles, ou l'étude purement géognostique du terrain, contrariait trop ces premières données, je révoquerais mon jugement, ou je me résignerais à douter,

« En géologie, comme dans toutes les sciences physiques, les lois ne sont que l'expression générale d'une masse de faits individuels; mais il faut, pour formuler ces lois, avoir la patience d'attendre qu'un nombre suffisant de faits ait été recueilli. Or les ossements fossiles sont fort rares : les couches qui les recèlent sont peu nombreuses comparativement à la masse des terrains, et n'en renferment que peu; on peut dire que les débris d'êtres ayant vécu sur la terre se rencontrent en bien petit nombre, eu égard à la quantité prodigieuse des fossiles marins. Il est donc difficile d'établir sur ces *raretés* des lois que le géologue adopte avec confiance.

« Pour compléter cette exposition de doctrine sur la valeur géognostique des fossiles, il me reste à parler des *fossiles caractéristiques*. Il est facile d'apercevoir la liaison de cette question avec celles que je viens de discuter : elle en est distincte cependant, en ce qu'on fait ici abstraction de la place des fossiles dans la série zoologique, et de leurs rapports avec la création actuelle, pour considérer uniquement *l'identité ou la ressemblance des fossiles des divers terrains entre eux*. En quel sens et jusqu'à quel point est-il vrai que *chaque formation se distingue par une paléontologie spéciale; et que l'identité des fossiles, ou du moins d'un certain nombre de fossiles caractéristiques, fera reconnaître sur tous les points du globe les formations identiques?* telle est la dernière question que je dois traiter dans ce second article.

« N'en cherchons pas la solution par des raisonnements théoriques. S'il paraît probable que les mêmes générations d'êtres organisés ont dû vivre dans les mêmes périodes géologiques, cela pourtant n'est point démontré, ni susceptible de l'être. On soutiendrait avec autant de vraisemblance que les diverses régions du globe, et les diverses subdivisions d'une même région naturelle, ont pu nourrir des êtres vivants très-différents, *quand bien même une égale température eût regné sur tout le globe.* L'étude de la géographie animale et végétale nous montre en effet que la distribution des êtres organisés est soumise à plusieurs lois autres que celles du climat proprement dit. Si une grande et subite révolution produisait aujourd'hui à la surface de notre globe des couches calcaires, argileuses, etc., qui enveloppperaient les êtres organisés actuellement vivants, les géologues qui observeraient dans quelques siècles cette formation synchronique, se laisseraient égarer bien loin en suivant trop exclusivement la doctrine des fossiles caractéristiques.

« Donc l'hypothèse des fossiles caractéristiques, considérée *a priori*, paraîtrait peu vraisemblable. Cependant l'expérience la justifie, du moins dans certaines limites. Quand on parcourt les listes des débris organiques données pour chaque formation, et qu'on suit avec un esprit indépendant les nombreuses discussions zoologiques et géologiques auxquelles l'application de ce système a donné lieu depuis quelques années, on arrive à peu près à cette conclusion, ou plutôt à cette comparaison, dont le développement complet ne serait pas sans intérêt : *Il est vrai que chaque formation a ses fossiles parti-*

culiers et caractéristiques, dans le même sens qu'on admet pour chaque contrée naturelle une flore et une faune spéciales.

« En proposant ce rapprochement, je crois m'éloigner autant du scepticisme qui veut tout confondre, que de l'esprit systématique qui veut renfermer ces faits immenses dans d'étroites formules. Je ne puis qu'indiquer les principaux rapports des deux lois que je compare ici ; pour abréger le discours, je désignerai sous le nom commun de *régions organiques* les *régions zoologiques* et les *régions botaniques*, en faisant toutefois observer (et c'est là un premier rapprochement), que :

« I. Ni dans la nature actuelle, ni dans le monde qu'étudie la géologie, les divisions générales ou particulières fondées sur l'un des deux règnes organiques n'ont pas toujours une exacte corrélation avec les divisions établies d'après l'autre règne. Dans la géographie organique, il est plus facile de tracer les *régions botaniques* que les *régions zoologiques*, parce que la vie végétale est bien plus rigoureusement soumise que la vie animale à l'action des causes extérieures ; en géologie, au contraire, les *flores* sont moins tranchées que les *faunes* ; mais cela peut tenir à ce que nous connaissons à l'état fossile beaucoup plus d'animaux que de plantes.

« II. Il y a des régions organiques dont les limites sont nettement marquées par une chaîne de montagnes, une mer, un désert ; il y en a d'autres entre lesquelles la transition est insensible, et dont la différence n'est appréciable qu'à de certaines distances. Il y a de même des classes de formations, ou bien des formations particulières, dont les fossiles marquent clairement les limites ; exemple, la craie comparée au calcaire grossier, et en général les terrains secondaires comparés aux terrains tertiaires (1005). Mais dans beaucoup d'autres cas les fossiles d'une formation semblent se lier par des mélanges graduels aux fossiles d'une formation voisine, à peu près comme les roches elles-mêmes.

« La même chose se peut dire surtout des divers étages, des diverses couches d'une même formation.

« III. C'est d'après l'ensemble des êtres organisés qu'on établit les régions organiques, et non pas précisément d'après telle espèce ou tel genre. C'est de même d'après l'ensemble des fossiles qu'on établit le plus sûrement les caractères paléontologiques des formations.

« IV. Dans l'une et l'autre science, on entend par *ensemble* l'impression qui résulte des rapports de genre, de famille, d'ordre ou de classe ; de la prédominance de quelques-uns de ces groupes, ou même de certaines espèces. On ne peut donc pas dire d'une manière absolue si ce sont les espèces, ou les genres, ou les familles, qui doivent servir de point de comparaison pour l'établissement des flores et des faunes d'une contrée ou d'une formation ; car l'observation prouve que certains genres peuvent se représenter dans un grand nombre de régions ou de terrains, tandis que d'autres, et même des familles entières, peuvent être propres à l'une des divisions géographiques ou géologiques.

« V. Une même espèce peut-être commune à plusieurs contrées et à plusieurs formations d'ailleurs distinctes ; cependant les limites des espèces sont toujours plus étroites que celles des genres, et celles des genres plus que celles des familles.

« VI. Quoiqu'il ne soit pas théoriquement rationnel, ni pratiquement commode d'assigner une espèce, ou même un genre, comme caractéristique d'une région organique ou d'une formation, on note avec soin en géologie, comme en géographie, jusqu'où l'on voit s'étendre telle espèce, tel genre, telle famille ; *ces limites sont indiquées provisoirement et jusqu'à observation contraire* : plus elles sont étroites, plus il est vraisemblable qu'elles seront bientôt reculées par de nouvelles découvertes ; celles des genres le seront aussi, plus tôt que celles des espèces, et celles des familles plus tôt que celles des genres, surtout si ce sont des familles riches en genres et des genres riches en espèces. Ainsi le grand nombre d'espèces fossiles du genre *Cerithium* qu'offraient les terrains tertiaires aurait pu faire deviner que les terrains secondaires renfermeraient aussi des cérithes.

« VII. En subdivisant la surface de la terre jusqu'à ce que les dernières divisions ne renferment plus que quelques lieues carrées, il sera vrai que beaucoup de ces *cantons* présenteront encore une physionomie organique distincte, tandis qu'en d'autres endroits cinq ou six cantons contigus auront très-sensiblement le même aspect. Du reste, ces petites contrées ne sont distinctes que relativement aux contrées les plus voisines ; elles peuvent se reproduire ailleurs, même à des distances assez grandes, avec de très-légères différences, et leur description n'a d'intérêt véritable que dans les statistiques locales. Ainsi est-il vrai que la craie, le calcaire grossier, etc., étudiés minutieusement dans un même bassin, offriront presque dans chacune de leurs couches une distribution particulière de fossiles, et ces détails seront très-utiles à noter dans une description locale ; mais le plus souvent ces caractères spéciaux se modifient beaucoup, ou disparaissent entièrement, quand on étudie la même formation dans un bassin différent.

« Comme je ne cherche que la vérité, je ne continuerai point ce parallèle en comparant les géologues qui donnent les fossiles comme caractères presque exclusifs des formations à des naturalistes qui, dans leur admiration pour les lois de la géographie organique, n'offriraient aux voyageurs que des listes locales d'animaux et de plantes, au lieu de cartes et de boussole. Quoique vrai à plusieurs égards, et se prêtant à d'ingénieux développements, ce rapprochement serait évidemment exagéré, et faux dans son ensemble. Je ne ferai pas même remarquer quelles longues et pénibles recherches imposeraient aux géologues les systèmes de quelques paléontologistes sur les fossiles caractéristiques : car de quelque manière et d'après quelque principe qu'on procède, l'étude de l'écorce solide du globe sera toujours longue et laborieuse pour quiconque en voudra retirer quelque lumière et quelque fruit.

« J'ajouterai seulement deux observations, qui ne pouvaient trouver place dans ma comparaison avec la géographie organique. La première c'est que l'uniformité des fossiles d'un même terrain, observé sur divers points du globe, est d'autant plus grande que les terrains sont plus anciens : par exemple, les calcaires de transition et la houille présenteront une grande analogie de fossiles en France, en Allemagne, et même hors de l'Europe ; il est reconnu au contraire que les fossiles des dépôts supérieurs varient davantage avec les distances horizontales. Il semble que dans les périodes les plus anciennes, les zones climatériques et organiques, aujourd'hui si tranchées, n'auraient pas existé sur notre globe, ou du moins que leurs différences et leur action sur la distribution des êtres vivants se seraient développées de plus en plus jusqu'à l'époque actuelle.

« La seconde observation, qui se déduit aisément de la précédente, c'est que la dissemblance des fossiles indiquera d'autant plus sûrement une formation différente que les fossiles se rencontreront en des lieux moins éloignés : le rapprochement de l'espace oblige alors à chercher dans le temps la raison de ces frappantes différences. »

(1005) « Cependant la craie de Maestricht et de Laversine (près Beauvais), le dépôt de Gosau, et d'autres dépôts récemment étudiés, semblent devoir rendre cette délimitation moins absolue. »

ART. III. — *De la signification géogénique des fossiles.*

« Malgré la gravité et le piquant intérêt des questions qui se présentent sous ce titre, elles n'occuperont dans cette thèse qu'une place assez restreinte. Les considérations précédentes fournissent déjà des arguments suffisants pour apprécier le degré de certitude que possèdent, dans l'état actuel de la science, les hypothèses géogéniques. Il ne s'agit pas d'ailleurs d'exposer et de discuter une histoire complète de la formation du globe terrestre, nul savant n'aurait aujourd'hui le courage ou la présomption d'entreprendre cette tâche : on se contente de réunir quelques matériaux importants, de constater quelques points intéressants de cette vaste et longue histoire. Plus tard, *peut-être*, ce chaos finira par se débrouiller complètement, et sur une base solide, formée par la réunion de la géognosie, de l'histoire naturelle, de la physique et de la chimie, s'élèvera le majestueux édifice de la cosmogonie.

« Après avoir écarté la question de l'ancienne température du globe, comme exigeant toute seule une thèse approfondie, je réduis à trois propositions les conjectures les plus dignes d'attention auxquelles nous a conduit l'étude des fossiles.

A. — « Cette croûte solide où nous avons pu « pénétrer n'a pas été faite d'un seul jet : elle est le « résultat de plusieurs formations, les unes univer- « selles, les autres locales, tantôt lentes et paisibles, « tantôt subites et violentes, et toutes différentes, « au moins par leur intensité, des phénomènes que « la nature nous présente aujourd'hui. »

« Cette proposition est au rang des axiomes de la science. Il est impossible de voir une coupe de terrain d'une certaine hauteur, d'examiner géologiquement les roches de la petite contrée, sans acquérir la conviction de cette vérité; mais l'étude et la comparaison des fossiles lui donnent une nouvelle évidence. Non, ce n'est pas le *fiat* de la Puissance créatrice qui a disposé instantanément l'une au-dessus de l'autre toutes ces couches de grès, de calcaires et d'argiles, avec tous leurs débris de végétaux et de plantes; non, ce n'est pas non plus un seul cataclysme, violent et passager, qui a produit à la fois et les immenses dépôts de houille, et ces masses incalculables de calcaires qui les recouvrent; qui a d'un seul coup déposé et soulevé toutes les couches intermédiaires, secondaires et tertiaires des grandes chaînes de montagnes ; qui a enfoui dans les entrailles de la terre tous les débris organiques disposés avec un ordre si constant. Il y a là bien évidemment l'œuvre de plusieurs périodes, les monuments de plusieurs révolutions physiques. Quel en a été le nombre? quelles l'étendue, la durée, la puissance? Nul ne peut le dire, ni même le chercher encore. Cependant, si l'on considère, d'une part, que la nature a possédé, dans ces époques reculées, une énergie bien supérieure à ce que nous voyons actuellement, et si, d'autre part, l'on suit attentivement la tendance manifeste de la géognosie la plus progressive à réduire le nombre des formations chronologiquement distinctes, en admettant beaucoup de dépôts *parallèles*, on concevra que, pour expliquer les faits géologiques, on n'a pas besoin d'accumuler tant de milliers de siècles. Les vrais amis de la géologie s'abstiendront le plus possible de ces hypothèses, dont les gigantesques dimensions inspirent toujours de la défiance, et quelquefois du mépris, aux têtes sages et modérées.

« Ce que j'ai dit sur la distinction des terrains marins et des terrains d'eau douce, montre que l'on peut aussi réduire le nombre des émersions et immersions successives, de ces invasions et retraites alternatives de l'Océan sur certaines contrées, quand ces révolutions répétées n'ont d'autre indice que quelques fossiles fluviatiles ou terrestres.

B. — « Dans la succession des périodes géolo- « giques, la manifestation de la vie organique s'est « produite sous des faces différentes entre elles, et « différentes aussi de l'état actuel des êtres vivants. »

« Cela résulte de la seule inspection des tables de fossiles. Il suffit de rappeler :

« Parmi les genres de mammifères éteints, les mastodontes, les paléothérium et les anoplothérium, etc., de l'ordre des *pachydermes*; les mégalonix et mégathérium du groupe des *édentés;* et beaucoup d'espèces de genres encore existants, mais différentes de leurs congénères actuelles, au moins par leur taille gigantesque;

« Dans la classe des reptiles, tous ces monstrueux animaux qui semblent former un ordre particuliers à côté des sauriens, et dont déjà l'on connaît une centaine d'espèces;

« Dans la classe des poissons, les formes étranges reconnues et classées par MM. Agassiz et de Blainville;

« Parmi les céphalopodes, les innombrables ammonites, les énormes orthocératites, les bélemnites, baculites, etc., dont l'abondance caractérise si bien une partie des terrains secondaires;

« Les trilobites, dont la place zoologique n'est pas encore déterminée (1006);

« Enfin, dans les dernières divisions du règne animal, les nombreuses variétés d'encrinites et de polypiers que les mers actuelles n'ont pas encore offertes à nos yeux.

« Il suffit, dis-je, de rappeler les types de ces organisations détruites, et de placer à côté de ces singuliers animaux les fougères arborescentes de la houille, les calamites, les voltzia, les psarolithes, etc., pour sentir l'énorme différence de cette nature primitive d'avec celle dont nous voyons les productions.

« Quelques personnes, pour échapper à ces étonnants résultats, se réfugient dans de vagues conjectures, et argumentent contre les *faits* connus en accumulant des *possibilités*. Il est *possible*, disent-elles que les êtres extraordinaires que vous croyez éteints depuis long-temps soient retrouvés d'un jour à l'autre dans des mers non explorées, ou dans quelque île lointaine. Il est *possible* que les terrains non encore visités par le marteau du géologue recèlent en très-grand nombre les dépouilles d'animaux et de plantes semblables aux espèces actuelles, et dont vous croyez l'origine si récente. Si nos yeux pouvaient embrasser à la fois toute la création présente et tous les débris des créations anciennes, *peut-être* verrions-nous disparaître ces étonnantes différences sur lesquelles on se hâte trop de bâtir des systèmes.

« Ces objections, souvent renouvelées, font peu d'impression sur l'esprit des géologues. Sans appeler en aide les principes du calcul des probabilités, qui trouveraient ici une heureuse application, il sent comme instinctivement la faiblesse de pareilles conjectures, en présence de tant de faits authentiques observés sur tous les points du globe. Il ne mettra pas arbitrairement un terme aux futures découvertes de l'histoire naturelle, soit dans le champ des générations présentes, soit dans celui des générations détruites; mais il a une confiance intime que ces découvertes n'ébranleront pas les grands principes de la géologie, tels qu'ils sont constitués aujourd'hui. Il ne laisse pénétrer dans son esprit, de ces doutes indéfinis, que ce qu'il faut pour se prémunir contre des systèmes trop exclusifs. On ne peut certainement admettre sans restrictions que *les fossiles d'un terrain représentent l'état des deux règnes organiques au moment où il s'est formé.* Car il y a

(1006) « On a récemment découvert des crustacés vivants qu'on dit avoir quelque analogie de structure avec les trilobites : l'un d'eux a été nommé *brongniartia trilobitoides*, nom heureux qui rappelle à la fois et les fossiles dont se rapproche cet animal, et le savant qui a tant avancé l'histoire des trilobites. »

vraisemblement un grand nombre d'espèces, de genres, et peut-être même des familles entières, qui n'ont pas laissé de débris fossiles. « On ne peut exiger que la nature nous ait conservé toutes ses productions dans le sein de la terre, comme on conserve des plantes dans un herbier ou des animaux dans un cabinet (1007). » Mille circonstances tirées, ou de la nature des tissus organiques, ou de celle du fluide au milieu duquel se sont déposées les formations, ou du caractère des révolutions physiques, ont nécessairement fait disparaître tous les restes de beaucoup d'êtres vivants. Je suis persuadé, en ce qui concerne spécialement les animaux terrestres et les plantes, que les fossiles représentent une très-faible partie de ce qui a dû exister. Les cinquante ou soixante mille espèces végétales que nous connaissons aujourd'hui n'ont pas succédé à une flore de *deux cents espèces au plus* observées dans les terrains tertiaires. J'en dirais autant des ophidiens, dont on connaît à peine quelques représentants à l'état fossile. Gardons-nous donc bien de confondre les flores et les faunes *géognostiquement* établies pour caractériser les formations, avec les flores et les faunes des périodes géogéniques : ce n'est que sur les animaux marins qu'on peut essayer avec quelque confiance ces généralisations intéressantes, parce que ce sont les seuls qu'on doive regarder comme suffisamment représentés par leurs dépouilles fossiles.

C. — « Quelques zoologistes philosophes, pour « expliquer la succession des êtres vivants dans les « périodes géologiques, ont pensé que les formes or- « ganiques avaient subi, dans le cours des siècles, de « notables altérations; en sorte que les animaux de « la période actuelle pourraient être descendus par « génération des animaux que l'on croit éteints, et « qui n'auraient été que modifiés sous l'influence des « grandes révolutions physiques. »

« Je m'empresse de dire que je n'ai pas la prétention de traiter ici cette haute thèse de philosophie zoologique, à laquelle se rattachent tant de considérations de divers ordres. Je ne veux qu'exposer brièvement le témoignage rendu *par les fossiles eux-mêmes* sur cette question, ce qui répond parfaitement au titre de ma thèse.

« Si les problèmes difficiles provoquent des solutions hardies, on ne doit pas s'étonner que des théories un peu étranges aient été mises en avant pour expliquer le fait de la distribution des fossiles. Les principes de la physiologie ne permettent pas de supposer des *générations spontanées :* les révolutions les plus extraordinaires ne produiront jamais un insecte. D'autre part, on a peine à concevoir ces alternatives de créations et de destructions, cette formation progressive de nouveaux animaux et de nouvelles plantes; et pour échapper à ces inextricables difficultés, on est tenté quelquefois ou de nier les faits eux-mêmes, qui bientôt reparaissent avec une irrésistible évidence, ou de se réfugier dans la seule hypothèse qui semble rester, *la dégradation successive des types organisés.*

« Et cependant le géologue, à qui la vue des fossiles rappelle continuellement cet intéressant problème, ne peut guère se reposer dans une solution que les fossiles eux-mêmes semblent contredire.

« Car 1° si nos pachydermes actuels descendent des *paléothérium*, nos reptiles des plésiosaures, ichthyosaures; si les trilobites sont la souche commune des mollusques et des articulés, nous devons nous attendre à trouver dans les fossiles tous les degrés de ces singulières transformations; nous verrions, par exemple..... Mais quel exemple oserait-on citer? Qui voudra marquer à quelles races actuelles ont donné naissance les ptérodactyles ou les paléothérium? A quelque choix qu'on s'arrête, on se trouvera toujours dans l'impossibilité de montrer les transitions insensibles par où l'on peut suivre cette grande opération de la nature. Les *éléphants*, par exemple, et les *mastodontes*, deux genres très-voisins, présentent, dans la forme de leurs dents, des différences tranchées : où sont les dents fossiles intermédiaires? Et si l'on admet que la transition a été subite, qu'un ichthyosaure a immédiatement engendré un crocodile, ou le mastodonte un éléphant, on émet une assertion tellement en dehors des lois connues de la nature, qu'on ne peut plus la discuter.

« 2° Un grand nombre des genres actuels ont existé en même temps que les genres éteints dont on les dit descendus. Les alluvions anciennes renferment (non pas toujours dans les mêmes contrées) des mastodondes avec des éléphants, des hippopotames et des rhinocéros avec des paléothérium et des lophiodons... Nous trouverons des associations semblables dans les terrains tertiaires, qui déjà renferment des chiens, des genettes, des écureuils, etc., dont on ne voit pas bien clairement les types dans les fossiles de la craie. De même encore les crocodiles, les gavials et les chéloniens se montrent, dans les couches du globe, en même temps que les monstrueux reptiles dont j'ai si souvent répété les noms. Il paraît donc tout à fait invraisemblable que nos animaux actuels aient été produits par la dégénération successive des anciens habitants du globe, à moins de restreindre cette *genèse* aux genres et aux espèces qui ne se trouvent pas à l'état fossile, c'est-à-dire à moins d'accumuler hypothèse sur hypothèse, et d'échapper ainsi à une discusion rationnelle.

« Il est beaucoup plus simple d'admettre que plusieurs types organiques ont été détruits par les révolutions du globe. Mais si toutes les espèces actuelles ont existé dès l'origine et on survécu seules à ces grandes catastrophes, pourquoi cette absence presque complète de leurs débris fossiles, tandis que les autres êtres ont laissé dans les entrailles de la terre les preuves de leur existence? Et si elles ont apparu successivement, d'où venaient-elles ?... Elles étaient *créées :* telle est la seule réponse possible; et si cette réponse tranche tous les *comment*, elle ne fait pas cesser tous les *pourquoi*. Le géologue doit avouer ici son ignorance : et c'est à un semblable aveu qu'aboutissent toujours les grandes questions, non-seulement en géologie, mais dans toute science humaine.

« J'ai constamment évité, dans le cours de cette thèse, de rapprocher les croyances religieuses et le récit des livres sacrés, des doctrines géologiques que je soutenais ou combattais. Profondément convaincu, par l'étude simultanée que j'ai faite des dogmes chrétiens et des sciences naturelles, que la foi n'avait rien à craindre des découvertes scientifiques, je n'ai pas cru pourtant devoir exposer ici les motifs de cette conviction. Ce n'était pas le lieu d'aborder ce genre de considérations, et j'ai d'ailleurs professé, en plusieurs circonstances, la nécessité de séparer ces deux ordres de connaissances, qui ont chacun leur domaine, leur but et leurs démonstrations spéciales. Dans l'état actuel de la géologie et de la foi, l'une et l'autre se trouveront mieux de garder une indépendance réciproque. Cette indépendance a ses limites sans doute; mais ces limites sont assez larges pour inspirer aux savants et aux croyants, ou plutôt aux savants croyants, une entière sécurité. »

(1007) « A. Boué *Mém. géol. et paléont.* »

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DU

DICTIONNAIRE DE COSMOGONIE ET DE PALEONTOLOGIE (a).

A

Abaissement du fond de la mer; son influence sur la distribution des animaux terrestres fossiles. — Voy. *Animaux marins*, 118.
Accroissement des coquilles. — Voy. *Mollusques*, 993.
Acéphales. — Voy. *Lamellibranches*.
Affluents terrestres. — Voy. *Couches sédimentaires*, 358.
Albien (étage).
Alluvions. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. II, 388.
Alluvions fluvio-terrestres. — Voy. *Ibid.*, 392.
Alpes, à quelle époque elles se sont soulevées. — Voy. *Subapennin*, 1343.
Alumine, son rôle dans la constitution de la terre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 902.
Ammonites.
Ampère, ses idées sur l'origine de la chaleur intérieure de la terre. — Voy. *Terre*, 1376
Amphibies. — Voy. *Mammifères*.
Andrias. — Voy. *Plantes fossiles d'Œningen* et *Subapennin*, 1339.
Animaux, ont-ils couvert tout le globe à la fois? — Voy. *Paléozoïques* (*Terrains*), 1076.
Animaux fossiles, leur respiration. — Voy. *Physiologie paléontologique*, 1143.
Animaux flottants. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. I, 369.
Animaux marins.
— Leur répartition géographique et isotherme. — Voy, *Couches sédimentaires*, art. I, 375.
Animaux morts, leur distribution dans les couches sédimentaires marines. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. I, 369.
Animaux pélagiens, côtiers. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. I, 376.
Animaux terrestres, leur distribution dans les couches fluvio-terrestres.—Voy. *Couches sédimentaires*, art. II, 392.
Annélides.
Anoplotherium. — Voy. *Mammifères*.
Anthracite. — Voy. l'*Introduction*, 31.
Anthracotherium. — Voy. *Mammifères*.
Aptien (étage).
Aptychus.
Arachnides.
Arago, ses idées sur la nature des nébuleuses. — Voy. *Nébuleuses*.
Araignées.
Arduino. — Voy. *Géologie*.
Argent. — Voy. l'*Introduction*, 61.
Argile. — Voy. l'*Introduction*, 35.
Argile plastique. — Voy. *Suessonien*.
Argile de Londres. — Voy. *Parisien*.
Argile de Dives. — Voy. *Callovien*.
Argile d'Honfleur. — Voy. *Kimméridgien*.
Argile à plicatules. — Voy. *Aptien*.
Aristote, son système. — Voy. *Géologie*, 601.
Astéroïdes.
Astrogamie. — Voy. Méray.
Atlantide, qu'était-ce? — Voy. Klée.
Atmosphère des planètes. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*.
Attraction, origine et nature de cette force. — Voy. Laplace et *Cosmogonie*.
Avicenne. — Voy. *Géologie*, 607.
Axe, celui de la terre a-t-il été déplacé ? — Voy. Klée et Boucheporn.

B

Baculites.
Bajocien (étage).
Bathonien (étage).
Bélemnites.
Blainville, son opinion sur l'origine des terrains primitifs. — Voy. Maupied, 941.
Bœuf, première apparition. — Voy. *Subapennin*.
Bothrodendron. — Voy. *Sigillaire*.
Boucheporn.
Bouguer, ses idées sur la constitution du soleil réfutées par M. Godefroy. — Voy. *Soleil*.
Boyle. — Voy. *Géologie*, 618.
Brachiopodes.
Branchippe. — Voy. *Trilobites*.
Brongniart (Ad.), ses opinions sur les végétaux fossiles. — Voy. *Flore fossile*.
Bryozaires.
Buckland.
Buffon. — Voy. *Géologie*, 636
Burnet. — Voy. *Géologie*, 625.

C

Calcaire pisolitique. — Voy. *Danien*.
Calcaire de Laversines. — Voy. *Danien*.
Calcaire à spatangues. — Voy. *Néocomien*.
Calcaire à polypiers. — Voy. *Bathonien*.
Calcaire oolithique. — Voy. *Bathonien*.
Calcaire à entroques. — Voy. *Bajocien*.
Calcaire à griphées. — Voy. *Sinémurien*.
Calcaire, son origine suivant M. Maupied. — Voy. Maupied, 961.
Calcaire grossier, moyen. — Voy. *Parisien*.
Calcaire nummulitique. — Voy. *Suessonien*.
Calcaire. — Voy. *Roches fossilifères* et l'*Introduction*, 25.
Calcium, son rôle dans la constitution de la terre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 903.
Callovien (étage).
Caractères stratigraphiques positifs et négatifs des genres fossiles. — Voy. *Genres fossiles*, 584.
Carbonate de chaux. — Voy. l'*Introduction*, 24.
Carbone, son rôle dans la constitution du globe terrestre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 898.
Carboniférien (étage).
Cardan. — Voy. *Géologie*, 613.
Carnivores (animaux).
Catcott. — Voy. *Géologie*, 639.
Cauchy, son opinion sur les forces de la matière — Voy. Laplace, 818.
Causes actuelles. — Voy. *Sédiments anciens comparés aux sédiments actuels*.
Cavernes à ossements. — Voy. *Subapennin*, 1333, 1334.
Cénomanien (étage).
Céphalopodes.
Césalpino. — Voy. *Géologie*, 613
Cestraciens. — Voy. *Poissons*.
Cétacés. — Voy. *Mammifères*.
Chaleur centrale. — Voy. *Feu central*.
Chalmers (le Dr). — Voy. Buckland.
Chaubard (L.-A.).
Chaux. — Voy. l'*Introduction*, 28.
Chéloniens. — Voy. *Reptiles*.
Chênes, charmes, noyers, ormes, etc., première apparition. — Voy. *Falunien*.
Cheval, première apparition. — Voy. *Subapennin*.
Cloisons dans les coquilles des céphalopodes. — Voy. *Céphalopodes*.
Columelle. — Voy. *Gastéropodes*.
Comètes.
Comètes, ont-elles déplacé par un choc l'axe de la terre? — Voy. Boucheporn et Klée.

(a) Beaucoup de faits et d'observations sont portés dans cette table et ne le sont pas dans l'ordre alphabétique du *Dictionnaire*. Les chiffres arabes indiquent les colonnes.

Conchylien (étage).
Condensation des comètes, hypothèse réfutée. — Voy. *Comètes.*
Conditions d'existence des animaux marins — Voy. *Animaux marins.*
Conifères.
Coprolithes.
Coquilles univalves et bivalves.
Coquilles flottantes. — Voy. *Couches sédimentaires*, 371.
Coquilles, leur période embryogénaire. — Voy. *Mollusques*, 991. — Coquille chez les céphalopodes. — Voy. *Céphalopodes.*
Coran, sa cosmogonie. — Voy. *Géologie*, 607.
Cosmas, ses idées en cosmographie. — Voy. *Cosmographie.*
Cosmogonie.
Cosmogonie aux XVI^e^ et XVII^e^ siècles
Cosmogonie orientale. — Voy. *Géologie*, 591
Cosmographie des Pères de l'Eglise.
Côtes (usure des). — Voy. *Couches sédimentaires.*
Couches carbonifères.
Couches sédimentaires.
Couches concordantes, discordantes, inclinées, contournées, etc. — Voy. *Perturbations géologiques*, 1113.
Courants marins, leur influence dans la distribution des animaux marins. — Voy. *Couches sédimentaires*, 377.
Crag. — Voy. *Falunien.*
Craie blanche. — Voy. *Sénonien.*
Craie chloritée. — Voy. *Cénomanien.*
Craie-tufau. — Voy. *Sénonien.*
Création. — Voy. *Cosmogonie.*
Création des espèces fossiles. — Voy. *Espèces fossiles.*
Créations et destructions successives des mondes, traditions des peuples sur ce point; opinion de Mgr Wiseman. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien), 756.
Crétacés (terrains).
Crinoïdes.
Crinoïdiens.
Cristallisation. — Voy. l'*Introduction*, 17, 18, etc.
Crocodiles.
Crustacés.
Cténoïdiens. — Voy. *Poissons.*
Cuvier. — Voy. *Géologie*, 662.
Cycadées.
Cycles. — Voy. *Polypiers.*
Cycloïdiens. — Voy. *Poissons.*

D

Dalmas (J. B.).
Danien (étage).
Debreyne (P.-J.-C.).
Déductions climatologiques et géographiques tirées de l'étude des animaux fossiles. — Voy. *Physiologie paléontologique*, 1149.
Déformations des fossiles. — Voy. *Perturbations géologiques*, 1119.
Dégénérescence dans l'accroissement des coquilles. — Voy. *Mollusques.*
Deluc.
Déluge mosaïque, explique-t-il toutes les stratifications et fossilisations du globe ? — Voy. Chaubard et Debreyne. — A-t-il été une irruption de l'Océan? — Voy. *ibid.* 223 et suiv — A-t-il été universel? — Voy. *ibid.* — Quelles sont ses causes? — Voy. *Ibid.*, et de plus Klée, Dalmas, etc.
Déluge de Josué. — Voy. Debreyne et Chaubard, 439.
Descartes, son opinion sur les forces de la matière. — Voy. Laplace, 817.
Desdouits, son opinion sur le récit de la Genèse. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien). — Réfute la cosmogonie du R. P. Debreyne. — Voy. Debreyne.
Desmarest. — Voy. *Géologie*, 648.
Destruction et réformation successives du monde. — Voy. *Géologie.* — Opinion de Mgr Wiseman. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien), 756.
Devonien (étage).
Diamant. — Voy. l'*Introduction*, 41.
Didelphes. — Voy. *Mammifères.*
Dinotherium.
Diodon.
Diorite.
Diplodus.
Diplopterus.
Diprotodon.
Direction et inclinaison des couches.
Disposition des couches carbonifères; utilité et avantages qui en résultent pour l'homme. — Voy. *Couches carbonifères.*
Dolomieu. — Voy. *Géologie*, 649.
Dunes. — Voy. *Couches sédimentaires*, 364.

E

Eau, son rôle, mécanisme des sources. — Voy. *Sources.*
Echinides.
Echinodermes.
Ecrivains physico-théologiens. — Voy. *Géologie*, 657.
Electricité présentée comme la cause des mouvements des astres. Réfutation de cette théorie — Voy. Debreyne, Maupied, Chaubard.
Eléments des corps. — Voy. l'*Introduction*, 15.
Eléphants. — Voy. *Mammifères.*
Embranchement des articulés.
Empreintes organiques.
— physiologiques
Encrinite moniliforme.
Endothèques. — Voy. *Polypiers.*
Epoques génésiaques. — Voy. *Jours-périodes.*
Equisétacées.
Espèces fossiles, création, extinction et renouvellement des faunes.
Espèces caractéristiques en géologie. — Voy. *Espèces fossiles*, 480.
Etage géologique, qu'est-ce par rapport aux espèces fossiles. — Voy. *Espèces fossiles*, 479.
Etat des couches géologiques. — Voy. *Sédiments anciens comparés aux sédiments actuels.*
Eternité, non-éternité du globe démontrée. — Voy l'*Introduction*, 13.
Etoiles, leur origine. — Voy. Godefroy, Méray.
Extinction et reproduction des genres et des espèces. — Voy. *Géologie* et *espèces fossiles*, 474.

F

Faille. — Voy. *Perturbations géologiques*, 1113.
Fallopio. — Voy. *Géologie* et Jéhan (de Saint-Clavien).
Falunien (étage).
Favulaire. — Voy. *Sigillaire.*
Fer. — Voy. l'*Introduction*, 53.
Fer oolitique. — Voy. *Aptien.*
Fer. Son rôle dans la constitution de la terre — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 904.
Fer vivianite. — Voy. *Fossilisation.*
Feu central.
Flore fossile.
Flore des terrains houillers. — Voy. *Carboniférien.*
Flore de l'étage subapennin. — Voy. *Subapennin.*
Foraminifères.
Force luminique, qu'est-ce ? — Voy. Debreyne.
Forces perturbatrices.
Forces dans la matière, leur origine, leur nature — Voy. Laplace, 817.
Formation de la terre, des planètes, du soleil, etc. — Voy. Ces mots.
Fortis. — Voy. *Géologie*, 642.
Fossiles.
Fossiles, controverse relative à leur nature. — Voy. *Géologie.* — Attribués au déluge. — Voy. *Géologie* et Chaubard. — Leur origine d'après les savants du XVI^e^ siècle. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien). — Ont-ils été créés tels que nous les trouvons dans les strates, autrement, ont-ils vécu ? — Voy. Pachon. — Leur signification — Voy. Note II, à la fin du volume.
Fossilisation.
Fougères.
Fracastoro. — Voy. *Géologie*, 616.
Fuschshel. — Voy. *Géolooie*, 641.

G

Ganoïdiens. — Voy. *Poissons.*
Gastéropodes.
Gault. — Voy. Albien.
Gelées, leur action désorganisatrice. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. II, 385.
Generelli. — Voy. *Géologie*, 631.
Genèse, interprétations diverses du premier chapitre. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien), Buckland, Marcel de Serres, Godefroy, Debreyne, Pachon, Maupied, Chaubard, Glaire, jours-périodes, cosmogonie aux XVI^e^ et XVII^e^ siècles, etc.

Genèse materialiste.
Genres fossiles, déductions géologiques.
Géologie (Histoire de la).
Géologie, comment elle se distingue de la Cosmogonie. — Voy. Géologie, 589.
Gesner. — Voy. *Géologie*, 637.
Girafe, première apparition. — Voy. *Subapennin.*
Gisement des fossiles humains. — Voy. *Homme fossile.*
Glaire (M. l'abbé).
Glauconie grossière. — Voy. *Parisien.*
Glauconie sableuse. — Voy. *Albien.*
Glauconie crayeuse. — Voy. *Cénomanien*
Glauconie inférieure. — Voy. *Suessonien.*
Gleig (évêque anglican), interprétation du récit de la création. — Voy. Buckland, 159.
Glyptodon. — Voy. *Mammifères.*
Godefroy.
Godefroy, ses idées sur la nature et la formation des nébuleuses. — Voy. *Nébuleuses;* Sur la formation du soleil. — Voy. *Soleil;* — Sur la formation des planètes. — Voy. *Planètes.* — Réponse à ses attaques contre l'hypothèse antéhexamérique. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien).
Granit. — Voy. l'*Introduction*, 20.
Gravitation universelle, sa cause, suivant M. Maupied. — Voy. Maupied, 938.
Grenouilles, première apparition — Voy. *Subapennin.*
Grès. — Voy. *Roches fossilifères.*
Grès de Fontainebleau. — Voy. *Falunien.*
Grès vert. — Voy. *Albien.*
Gruyer, son opinion sur l'attraction. — Voy. Laplace, 822.
Guiraud (M. Alexandre).
Gypse. — Voy. *Roches fossilifères.*
Gypse de Montmartre. — Voy. *Parisien.*

H

Hamites.
Herschell, ses idées sur la constitution du soleil. — Voy. *Soleil.*
Histoire de la géologie. — Voy. *Géologie.*
Homme.
Hooke, ses idées sur les soulèvements. — Voy. *Géologie*, 619.
Hopkins (M. W.)
Houille. — Voy. *Flore fossile* et *végétaux fossiles.* — Son utilité. —Voy. *Couches carbonifères* et l'*Introduction.* — Son origine et sa formation suivant M. Maupied,—Voy. Maupied et l'*Introduction*, 31. *Carbonifèrien*, etc.
Hutchinson. — Voy. *Géologie*, 628.
Hutton. — Voy. *Géologie*, 630.
Hutton (W.), ses opinions sur les végétaux fossiles. — Voy. *Flore fossile.*
Hydrogène, son rôle dans la constitution de la terre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 895.
Hylæosaure. — Voy. *Iguanodon.*
Hypothèses, qu'en faut-il penser? — Voy. *Cosmogonie.*

I

Ichnites. — Voy. *Empreintes physiologiques.*
Ichthyosaure.
Iguanodon.
Incandescence originelle de la terre. — Voy. *Perturbations géologiques*, 1105.
Incrustation. — Voy. *Fossilisation*, 564.
Infiniment petits. — Voy. *Infusoires*
Infusoires.
Insectes.
Intestins. — Voy. *Coprolithes.*
Isothermes (zones), existaient-elles à l'époque qui a précédé immédiatement l'homme? — Voy. *Subapennin.*

J

Jéhan (de Saint-Clavien).
Josué, son déluge. — Voy. Debreyne, Chaubard
Jours-périodes.
Jurassiques (terrains).

K

Kaswini. — Voy. *Géologie*, 609.
Kepler, belle prière. — Voy. Buckland.
Keuper. — Voy. *Salifèrien.*
Kimméridgien (étage).
Kirwan. — Voy *Géologie*, 638.
Klée (Frédérick).

L

Lamellibranches ou acéphales.
Lamennais, opinion sur la force de répulsion. — Voy. Laplace, 824.
Laplace (Marquis de).
Laplace, ses idées sur la constitution du soleil réfutées par M. Godefroy. — Voy. *Soleil.* — Son hypothèse sur la formation des planètes et débats avec M. Godefroy. — Voy. *Planètes.*
Lecouturier (Henri).
Lehman. — Voy. *Géologie*, 637.
Leibnitz.— Voy. *Géologie*, 619. — Son opinion sur les forces de la matière. — Voy. Laplace, 817.
Leonard de vinci. — Voy. *Géologie.*
Lepidodendron
Lépidoïdes. — Voy. *Poissons.*
Letronne, réfutation de son article contre la cosmographie des Pères de l'Eglise. — Voy. *Cosmographie.*
Lias supérieur. — Voy. *Toarcien.*
Lias inférieur. — Voy. *Sinemurien*
Liasien (étage).
Lignite. — Voy. l'*Introduction*, 33.
Limites des faunes géologiques. — Voy. *Espèces fossiles.*
Limonites. — Voy. *Roches fossilifères*, 1259.
Limules. — Voy. *Trilobites.*
Lindley, ses opinions sur les végétaux fossiles. — Voy. *Flore fossile.*
Lister. — Voy. *Géologie.*
Lituites
Lophiodon — Voy. *Mammifères.*
Lumière zodiacale. — Voy. *Planètes* et *Soleil.*
Lune, son rôle dans la création primitive. — Voy. Méray. — Réfléchit-elle la lumière du soleil ? — Voy. Chaubard, 256.

M

Macrotherium. — Voy. *Mammifères.*
Maistre (Comte de), cité à propos des mammouths de Sibérie. Voy. *Mammouths.*
Mammifères.
Mammifères ruminants, etc., leur première apparition. — Voy. *Falunien.*
Mammifères, rarement entraînés par les fleuves. — Voy. *Subapennin*, 1333.
Mammouths de Sibérie.
Marbres. — Voy. l'*Introduction*, 25.
Marcel de serres.
Marcel de serres, ses idées sur la nature des nébuleuses. — Voy. *Nébuleuses.*
Marées, leur action sur les dépôts de sédiments. — Voy. *Couches sédimentaires*, 366.
Marnes supérieures. — Voy. *Toarcien.*
Marnes irisées. — Voy. *Salifèrien.*
Matérialisme cosmogonique. — Voy *Genèse matérialiste.*
Matière, sa création de rien a-t-elle été admise par les anciens philosophes? — Voy. Chaubard, 244. — Eternité de la matière, réfutation. — Voy. *Genèse matérialiste.* — Quelle est sa nature. — Voy. *Cosmogonie.*
Matières élémentaires du globe terrestre.
Mattioli. — Voy. *Géologie*, 612.
Maupied (M. l'abbé).
Mégalichthys. — Voy. *Poissons.*
Mégalonyx. — Voy. *Mammifères.*
Mégalosaure.
Mégaphyton. — Voy. *Sigillaire.*
Mégathérium.
Mélange des sédiments et des animaux marins et terrestres. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. III.
Méray (Le docteur R.-F.).
Merveilles de l'organisation des encrinites. — Voy. *Encrinite.*
Mésopotamie ou berceau des premiers hommes, appartient aux formations crétacée et tertiaire. — Voy. Maupied, 965.
Métaux, leur formation. — Voy. *Veines métallifères.* — Vues de la Providence dans la formation et la distribution des métaux. — Voy. *ibid.* — Leur histoire et minerai.— Voy. l'*Introduction.*
Meulières. — Voy. *Falunien.*
Michell. — Voy. *Géologie*, 639
Milieux d'existence des animaux fossiles dans les âges géologiques. — Voy. Physiologie paléontologique, 1142.
Minerais. — Voy. l'*Introduction.*
Minéraux. — Voy. l'*Introduction.*

Modifications de la coquille dans la même espèce de mollusque. — Voy. *Animaux marins.*
Moigno (M. l'abbé). — Voy. *Nébuleuses.*
Moïse, but du récit de la création. — Voy. Buckland. — Son récit de la création interprété. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien), Buckland, Desdouits, Montbron, Marcel de Serres, Godefroy, Maupied, Chaubard, Debreyne, etc. Jours-périodes, etc.
Molécules. — Voy. l'*Introduction*, 18-19.
Mollasses. — Voy. *Falunien.*
Mollusques.
Monitor. — Voy. *Mosasaure.*
Monodelphes. — Voy. *Mammifères.*
Montbron (M. de), son interprétation du Ier chapitre de la Genèse. — Voy. Jéhan de Saint Clavien et la première note additionnelle à la fin de ce volume.
Moro. — Voy. *Géologie*, 629.
Mosasaure.
Moule.
Mulot, célèbre sondeur. — Voy. *Puits artésiens.*
Mylodon. — Voy. *Mammifères.*

N

Nautile.
Nautile siphon et nautile zigzag.
Nébuleuses.
Néocomien (étage).
Neptunistes. Controverses entre les neptunistes et les vulcanistes. — Voy. *Géologie*, 649, etc.
Nucleus. — Voy. *Mollusques.*
Nummulites.

O

Objections contre la théorie astronomico-chimique. — Voy. *Cosmogonie* et Laplace.
Oiseaux.
Oiseaux, leur première apparition. — Voy. *Couchylien.*
Omar. — Voy. *Géologie*, 607.
Oolithe inférieure. — Voy. *Callovien* et *Bajocien.*
Ophiuroïdes.
Or. — Voy. l'*Introduction*, 63.
Ordres d'animaux fossiles aux différents âges du monde. — Voy. *Physiologie paléontologique.* — Leurs périodes croissantes et décroissantes. — Voy. *ibid.*
Origine de la terre, du soleil, des planètes, des comètes, etc. — Voy. *ces mots.*
Orthocératites.
Oscillations du sol; leur rôle dans la formation des couches carbonifères. — Voy. *Carboniférien*, 171.
Ours. — Voy. *Mammifères.*
Oxfordien (Etage).
Oxygène, son rôle dans la constitution de la terre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 893

P

Pachon (M. l'abbé).
Pachydermes. — Voy. *Mammifères.* — Leur règne. — Voy. *Subapennin.*
Palæotherium. — Voy. *Mammifères.*
Paléozoïques (Terrains).
Palissy. — Voy. *Géologie*, 614.
Pallas. — Voy. *Géologie*, 643.
Palmiers.
Pampas, dépôts fossiles. — Voy. *Subapennin.*
Pandanées.
Paradis terrestre, les fleuves qui l'arrosent (Euphrate, Tigre, etc.) coulent sur le terrain tertiaire. — Voy. Maupied, sub fin.
Parisien (Etage).
Pectinibranches. — Voy. *Gastéropodes.*
Pentacrinites.
Peres de l'Eglise primitive, adoptent l'hypothèse antéhexamérique. — Voy. Jéhan (de Saint-Clavien), sub fin., 736. — Leurs idées en cosmographie; critiqués sans discernement par M. Letronne; réfutation de ce dernier. — Voy. *Cosmographie*, 332. — Recommandent l'étude des lettres et des sciences. — Voy. *ibid.*, sub fin., 337.
Perfection de l'ensemble des organes dans les animaux fossiles, examen de cette question. — Voy. *Physiologie paléontologique*, 1151.
Périodes géologiques végétales, leurs caractères.
Permien (Etage).
Perturbations géologiques.
Perturbations dans les dépôts de sédiments. — Voy. *Couches sédimentaires.*
Pétrification. — Voy. *Fossiles*
Philosophes et poëtes anciens, admettent-ils une création de la matière? — Voy. Chaubard, 241.
Physiologie paléontologique générale et comparee
Pierres précieuses. — Voy. l'*Introduction*, 41.
Placoïdiens. — Voy. *Poissons.*
Planètes.
Plantes fossiles d'OEningen.
Plésiosaure.
Pline. Ses idées sur les révolutions naturelles. — Voy. *Géologie*, 606. le 2e alinéa.
Pliocène (ancien). — Voy. *Subapennin.*
Pluie.
Pluies, leur action. — Voy. *Couches sédimentaires.* 385.
Poisson (M.).
— Ses objections contre les Plutoniens. — Voy. *Terre*, 1367.
Poissons.
Police de la nature dans le règne animal. — Voy. *Carnivores.*
Polypes.
Polypiers.
Pomatomus telescopium. — Voy. *Animaux marins.*
Porphyres. — Voy. l'*Introduction*, 21.
Portlandien (Etage).
Portland-stone. — Voy. *Kimméridgien.*
Potassium, son rôle dans la constitution du globe terrestre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 902.
Pouillet (M. l'abbé). Des fossiles et de leur signification. — Voy. Note II, à la fin du volume.
Pression au fond des eaux. — Voy. *Animaux marins*, 97 et suiv.
Processus de fossilisation. — Voy. *Fossilisation*
Progrès de la géologie dans les temps modernes. — Voy. *Géologie*, sub fin.
Ptérodactyle.
Ptéropodes. — Voy *Gastéropodes.*
Puits artésiens.
Pulmonibranches. — Voy. *Gastéropodes.*
Pusey (le Dr). Interprétation du récit génésiaque. — Voy. Buckland, 155, note.
Pyramides d'Egypte bâties avec des pierres extraites des terrains tertiaires. — Voy. Maupied, sub fin.
Pythagore, son système. — Voy. *Géologie*, 598.

R

Raies. — Voy. *Poissons.*
Raspe. — Voy. *Géologie*, 640.
Ray. — Voy. *Géologie*, 624.
Refroidissement de la terre à l'origine. — Voy. Rorx (Marquis de).
Réfutations des théories cosmogoniques sur la *Genèse*; ce qui les justifie. — Voy. Debreyne, sub fin.
Renouvellement des Faunes. — Voy. *Espèces fossiles.*
Reptiles.
Répulsion (Force de). — Voy. Laplace, 823.
Respiration chez les animaux fossiles marins et terrestres. — Voy. *Physiologie paléontologique*, 1145.
Roches fossilifères.
Roches métamorphiques. — Voy. *Roches fossilifères.*
Roches utiles. — Voy. l'*Introduction*, 20 et suiv.
Rorx (M. le marquis de).

S

Salamandre — Voy. *Plantes fossiles d'OEningen et Andrias.*
Saliférien (étage).
Sauriens fossiles.
Sauroïdes. — Voy. *Poissons.*
Saussure. — Voy. *Géologie*, 645.
Scaphites.
Science, ennemis de la science combattus par Mgr Wiseman. — Voy. *Cosmographie des Pères* sub fin.
Scilla. — Voy. *Géologie*, 616.
Scorpion.
Scutibranches. — Voy. *Gastéropodes.*
Sédiments anciens comparés aux sédiments actuels.
Sédiments marins. — Voy. *Couches sédimentaires.* — Leur répartition dans les mers. — Voy. *ibid.* — Sédiments vaseux. — Voy. *ibid.* — Sédiments fluvio-terrestres. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. II.
Sel. — Voy. l'*Introduction*, 33. — Sel gemme. — Voy. *Roches fossilifères.*
Sénonien (étage).
Sépia fossile. — Voy. *Calmars.*
Séroles. — Voy. *Trilobites.*

Sibérie, ses mammouths. — Voy. *Mammouths.*
Sigillaires.
Silex. — Voy. l'*Introduction.* — Rognons de Silex, leur formation. — Voy. *ibid.* 31.
Silice, son rôle dans la constitution du globe terrestre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre*, 901.
Silurien.
Sinémurien (étage).
Singes.
Sivatherium. — Voy. *Mammifères.*
Smith. — Voy. *Géologie*, 660.
Sol vierge, sol cultivé, action des eaux bien différente et résultats divers. — Voy. *Couches sédimentaires*, art. II, 387.
Soleil.
Soleil, son rôle dans la création primitive. — Voy. Godefroy, Méray.
Solidification des planètes. — Voy. *Planètes.*
Solipèdes. — Voy. *Mammifères.*
Soulèvements du fond de la mer, leur influence sur la distribution des animaux marins et des débris organiques. — Voy. *Animaux marins*, 113
Sources.
Squales. — Voy. *Poissons.*
Sténon. — Voy. *Géologie*, 614
Strabon, sa théorie des soulèvements. — Voy. *Géologie*, 603.
Subapennin (étage).
Succin. — Voy. *Palmiers*, 1082.
Suessonien (étage).
Stigmaria.
Synchronisme des formations géologiques. — Voy. Maupied, 964.

T

Tableau des profondeurs auxquelles se trouvent dans la mer les genres connus des coquilles vivantes. — Voy. *Animaux marins*, 102, 103, etc.
Tapir. — Voy. *Mammifères*
Targioni. — Voy. *Géologie*, 637.
Tectibranches. — Voy. *Gastéropodes.*
Téléosaure. — Voy. *Crocodiles.*
Température de la mer. — Voy. *Animaux marins*, 96. Son influence sur la distribution des animaux marins. — Voy. *Couches sédimentaires*, 380.
Tempêtes, leur action sur les dépôts de sédiments. — Voy. *Couches sédimentaires*, 368.
Terrains (tableau des). — Voy. l'*Introduction*, sub fin, 79.
Terrains de transition. — Voy. *Paléozoïques.*
Terrains stratifiés, leur mode de formation suivant M. Maupied. — Voy. Maupied, 952 et suiv.
Terrains éocènes. — Voy. *Suessonien.*
Terre.
Terre. — Voy. *Matières élémentaires du globe terrestre.*
Terre à foulon. — Voy. *Bajocien.*
Tertiaires (terrains).
Théorie astronomico-chimique. — Voy. *Cosmogonie* et Laplace.
Théorie cosmogonique de Laplace, de Godefroy, de Marcel de Serres, de Maupied, de Dalmas, etc., etc. — Voy. *ces mots.*
Théorie de la terre. — Voy. *Terre*, Maupied, Hopkins, etc.
Toarcien (étage).
Tongrien. — Voy. *Falunien.*
Tortues.
Tortues, leur première apparition. — Voy. *Conchylien.*
Tourbe. — Voy. l'*Introduction*, 33.
Travertin. — Voy. l'*Introduction*, 27.
Travertin supérieur. — Voy. *Falunien.*
Triasiques (terrains).
Trigonellités. Voy. *Apticus.*
Trilobites.
Tripolis. — Voy. *Roches fossilifères* et l'*Introduction*, 40.
Turonien (étage).
Turrilites.

U

Ulodendron. — Voy. *Sigillaire.*
Univers expliqué par la révélation, ce qu'il faut penser de cet ouvrage. — Voy. Chaubard, 251.
Universalité du déluge, ce qu'on en peut penser. — Voy. Chaubard, 225 à 228

V

Vallisneri. — Voy. *Géologie*, 628.
Vapeur. — Voy. *Couches carbonifères*
Variations des coquilles. — Voy. *Mollusques.*
Végétation, tableau de la végétation à l'époque de la formation des terrains paléozoïques ou de transition. — Voy. *Flore fossile.*
Végétaux fossiles.
Végétaux ; rapports entre les végétaux des regions diverses à chaque époque géologique. — Voy. *Flore fossile.* — Rapports entre les végétaux d'époques et de périodes successives. — Voy. *Flore fossile.*
Végétaux, leur création. — Voy. Maupied, Godefroy, Marcel de Serres, 930, 701, 882.
Veines métallifères.
Vents, leur action sur les dépôts de sédiments. — Voy. *Couches sédimentaires.*
Voltaire. — Voy. *Géologie*, 655.
Vulcanistes, controverse entre les vulcanistes et les neptunistes. — Voy. *Géologie*, 649.

W

Wealdienne (formation). — Voy. *Néocomien.*
Werner. — Voy. *Géologie*, 644.
Whiston. — Voy. *Géologie*, 627.
Whitehurst. — Voy. *Géologie*, 643.
Williams. — Voy. *Géologie*, 657.
Wiseman, adopte l'hypothèse antéhexamérique. — Voy. Jéhan (de saint Clavien). — S'appuie sur les Pères de l'Eglise pour démontrer la nécessité de l'étude des sciences. — Voy. *Cosmographie*, sub fin.
Woodward. — Voy. *Géologie*, 625.

Y

Yeux des trilobites, conséquences qui découlent de leur existence. — Voy. *Trilobites.*

Z

Zamia. — Voy. *Cycadées.*

NOTES ADDITIONNELLES.

Note I Hypothèse antéhexamérique.

Note II. Des fossiles et de leur signification

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Col. 79, dans le tableau des terrains, *au lieu de :*

3e période
Tertiaires.

Lisez :

5e période
Tertiaires.

Col. 748, note 557, *au lieu de :*

Voy. la note additionnelle

Lisez :

Voy. la première note additionnelle

Col. 226, ligne 34, *au lieu de :*

matérialisme,

Lisez :

matérialiste.

Col. 606, ligne 12, *avant ces mots :*

Ce philosophe

ajoutez :

Pline. —

Imprimerie MIGNE, au Petit-Montrouge.

203
M 588
38592
AUTHOR MIGNE, J.P. (Ed.)
TITLE Encyclopedie Theologique
Tome 2. 48 V.2!48
DATE LOANED
BORROWER'S NAME
STORAGE - CBPL
Dictionnaire de cosmogonie
38592